

VERTRAG ÜBER INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)


Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P032459/WO/1	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/08956	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 14/09/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 15/09/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C01B3/38		
Anmelder XCELLSIS GMBH et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 14 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
 - I ☒ Grundlage des Berichts
 - II ☐ Priorität
 - III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
 - IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
 - V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
 - VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
 - VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
 - VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 06/03/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 12.11.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Besana, S Tel. Nr. +49 89 2399 8002





I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-3,12-14 ursprüngliche Fassung

4-11 eingegangen am 06/09/2001 mit Schreiben vom 03/09/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-14 eingegangen am 06/09/2001 mit Schreiben vom 03/09/2001

Zeichnungen, Blätter:

4/4 ursprüngliche Fassung

1/4-3/4 eingegangen am 06/09/2001 mit Schreiben vom 03/09/2001

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-14 Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche 2 Nein: Ansprüche 1,3-14
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche 1-14 Nein: Ansprüche

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt



Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 EP-A-0 861 802 (ENGINEERING ADVANCEMENT ASS OF ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 2. September 1998 (1998-09-02) in der Anmeldung erwähnt

D2 DE 197 43 673 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 15. April 1999 (1999-04-15) in der Anmeldung erwähnt

2. Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung wird der Kombination der Dokumente D1 und D2 gegenüber aus folgenden Gründen nicht als erfinderisch angesehen (Artikel 33(3) PCT):

D1 (siehe z.B. Anspruch 1), das als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart ein Stapelreaktor zur Reformierung von Kohlenwasserstoff, in dem für jede Funktion (Verdampfung, Reformierung, Kohlenmonoxidentfernung, etc.) eine plattenförmige Stufe vorgesehen ist. In den Platten sind Öffnungen vorgesehen, die beim Aufeinanderstapeln der Platte Kanäle zur Führung der Fluide bilden.

Jede einzelne Platte von D1 weist daher drei Komponente, nämlich Zuleitungen zur Zufuhr von Edukten, Ableitungen zur Abfuhr der Reaktionsprodukte und eine weitere Komponente zur Durchführung der jeweiligen Funktion (Verdampfung, Reformierung, Kohlenmonoxidentfernung, etc.).

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich von D1 dadurch, daß die Platte zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht besteht.

Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, eine hinsichtlich Masse, Volumen und Dynamik verbesserte Vorrichtung zur Wasserstofferzeugung bereitzustellen.



Dokument D2 (siehe Sp.1 Z.46-62; Sp.2 Z.36-56; Fig.2) beschreibt hinsichtlich des Merkmals "die (Platte) zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten und von den Reaktionsprodukten zumindest Bereichsweise unter Druckabfall durchströmbaren Schicht besteht" dieselben Vorteile wie die vorliegende Anmeldung.

Der Fachmann würde daher die Aufnahme dieses Merkmals in die in D1 beschriebene Vorrichtung als eine übliche konstruktive Maßnahme zur Lösung der gestellten Aufgabe ansehen.

3. Die abhängigen Ansprüche 3-14 enthalten fachübliche Merkmale und scheinen keine zusätzlichen Merkmale zu enthalten, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie rückbezogen sind, zu einem auf erfinderischer Tätigkeit beruhenden Gegenstand führen könnten, indem diese Merkmale schon aus D1, beziehungsweise D2, bekannt sind oder indem der Anmelder keinen überraschenden Effekt für das zusätzliche Merkmal gezeigt hat.
4. Der Gegenstand des Anspruchs 2 ist neu und beruht auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne von Artikel 33(1)-(3) PCT.
Durch die Anordnung aller Komponenten auf einer gemeinsamen Platte werden Leitungssysteme zur Verbindung der verschiedenen Komponenten überflüssig. Toträume werden verringert und damit wird das Massen-Volumen Verhältnis der Vorrichtung verbessert.
5. Der Gegenstand der Anmeldung gilt als gewerblich anwendbar (Artikel 33(4) PCT).

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Die Merkmale der Vorrichtungsansprüche 10 und 11 beziehen sich auf ein Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung und nicht auf die Definition der Vorrichtung anhand ihrer technischen Merkmale. Die beabsichtigten Einschränkungen gehen daher im Widerspruch zu den Erfordernissen des Artikels 6 PCT nicht klar aus den Ansprüchen hervor.



sie in den Fig. 1 und 2 jeweils als Prinzipbild dargestellt sind. In diesem Ausführungsbeispiel besteht die Platte 2 vollständig aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht 20, die von den beteiligten Medien unter Druckabfall durchströmt wird. Die Platten 2 umfassen jeweils mehrere Komponenten 3-7, die in der Zeichnung schematisch durch gestrichelte Linien voneinander getrennt sind. In Wirklichkeit können die Bereiche auch fließend ineinander übergehen.

Die Komponente 3 dient zur Zuführung von Reaktionsedukten, beispielsweise von flüssigem Wasser und Luft. Hierzu sind im Zuführbereich 3 in der Platte 2 zwei Öffnungen 31 vorgesehen. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 31 zwei in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 32. Aus diesen Zuführkanälen 32 strömt das zugeführte Wasser/Luft-Gemisch im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht 20 der Platte 2. An den Zuführbereich 3 grenzt ein erster Mischbereich 4a an, in dessen Bereich ein Vielzahl von Öffnungen 41 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 41 dienen im Ausführungsbeispiel zur Zufuhr eines flüssigen Brennmittels, beispielsweise Methanol. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 41 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 42. Aus diesen Zuführkanälen 42 strömt das zugeführte Brennmittel ebenfalls im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht 20 der Platte 2 und mischt sich dort mit dem Wasser/Luft-Gemisch. Aus diesem Grund wird dieser Bereich als Mischbereich 4a bezeichnet. Sollte in diesem Bereich bereits eine ausreichende Temperatur herrschen, so ist es auch möglich, daß die in dem Eduktgasstrom enthaltende Luft bereits im ersten Mischbereich 4a mit dem zugeführten Brennmittel reagiert und dabei thermische Energie freisetzt. Aus diesem Grunde sind die eingezeichneten Grenzen zwischen den Bereichen nur zur Veranschaulichung dargestellt, wie bereits weiter oben ausgeführt.



An diesen ersten Mischbereich 4a grenzt ein Verdampfungsbereich 5 an, in dessen Bereich wiederum mehrere Öffnungen 51 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 51 dienen im Ausführungsbeispiel zur Temperierung des Verdampfungsbereichs 5. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 51 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Heizkanäle 52. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Kanälen 32 und 42 stehen die Heizkanäle 52 nicht in Strömungsverbindung mit der porösen Schicht 20. Vielmehr sind diese Heizkanäle über eine Wandung 53 gasdicht gegen die poröse Schicht 20 abgedichtet, so daß kein Fluidaustausch zwischen den Heizkanälen 52 und der porösen Schicht 20 erfolgt. Das durch die Heizkanäle 52 geführte Heizfluid dient somit ausschließlich zur Beheizung des Verdampfungsbereichs 5. Die Abdichtung kann auf beliebige Art und Weise erfolgen. Beispielsweise kann eine Randabdichtung 53 durch eine höhere Preßkraft auf das Ausgangsmaterial in diesem Bereich hergestellt werden. Es ist ebenfalls möglich, spezielle Materialien in diesen Bereich einzubringen, die dann während des Herstellverfahrens oder im Betrieb eine gasdichte Randabdichtung 53 ausbilden. Weiterhin wäre es möglich, ein gasdichtes Rohr oder ähnliches in die Heizkanäle 52 einzubringen. Selbstverständlich sind auch beliebige andere Randabdichtungen einsetzbar.

Die Zufuhr von thermischer Energie zum Verdampfungsbereich 5 kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß ein heißes Medium, beispielsweise ein Thermoöl, durch die Heizkanäle 52 geführt wird, welches beim Durchströmen einen Teil seiner thermischen Energie auf die angrenzende Schicht 20 überträgt. Es ist jedoch ebenfalls möglich, die thermische Energie katalytisch innerhalb der Heizkanäle 52 zu erzeugen. Hierzu sind die Heizkanäle 52 in beliebiger Form, beispielsweise in Form einer Schüttung oder einer Beschichtung, mit einem Katalysatormaterial versehen. Durch die Heizkanäle strömt dann ein Brennmittel/Luft-Gemisch, welches zur Erzeugung der thermischen Energie an dem



Katalysator exotherm umgesetzt wird. Sollte das bei der Umsetzung entstehende Abgas keine störende Komponenten enthalten, so ist es auch denkbar, auf die Randabdichtung zu verdichten, so daß das Abgas in den durch die poröse Schicht 20 strömenden Gasstrom abgegeben wird.

An den Verdampfungsbereich 5 grenzt ein zweiter Mischbereich 4b an, in dessen Bereich wiederum mehrere Öffnungen 43 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 43 dienen im Ausführungsbeispiel zur Zufuhr weiterer Luft. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 43 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 44. Aus diesen Zuführkanälen 44 strömt die zugeführte Luft im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht 20 der Platte 2 und mischt sich dort mit dem verdampften Wasser/Brennmittel/Luft-Gemisch. Diese zusätzliche Luft wird im angrenzenden Reformierungsbereich 6 für die sogenannte autotherme Reformierung benötigt. Bei dieser bekannten Reaktion wird Brennmittel, Wasser und Sauerstoff im wesentlichen zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt. Zusätzlich ist im Reformat jedoch auch ein geringer Anteil an Kohlenmonoxid enthalten.

Im Reformierungsbereich 6 können analog zum Verdampfungsbereich Öffnungen 61 zur Ausbildung von weiteren Heizkanälen 62 mit Randabdichtungen 63 vorgesehen sein. Der Aufbau und die Funktion entspricht dem oben beschriebenen. An den Reformierungsbereich 6 grenzt ein dritter Mischbereich 4c mit Öffnungen 45 und Kanälen 46, wie er bereits weiter oben anhand des zweiten Mischbereichs 4b beschrieben wurde, zur Zufuhr weiterer Luft an. Diese zusätzliche Luft wird im angrenzenden CO-Oxidationsbereich 7 zur selektiven katalytischen Oxidation des im Reformat enthaltenen Kohlenmonoxids benötigt. Diese Reaktion wird ebenfalls seit langem zur Reinigung des Reformates benutzt und wird daher nicht weiter beschrieben. Im CO-Oxidationsbereich 7 sind schließlich zwei Öffnungen 71 zur



Ausbildung von Abführkanälen 72 vorgesehen. Über diese Abführkanäle 72 wird das Reaktionsprodukt anschließend aus der Vorrichtung 1 abgeführt.

Obwohl bisher jeweils von Luft gesprochen wurde ist für den Fachmann offensichtlich, daß als Luft neben der normalen Umgebungsluft auch im Sauerstoffgehalt angereicherte Luft oder gas reiner Sauerstoff verwendet werden kann. Weiterhin soll darauf hingewiesen werden, daß die Position und Anzahl der Öffnungen 31, 41, 43, 45, 51, 61, 71 nur exemplarisch dargestellt sind und jederzeit den Gegebenheiten angepaßt werden kann.

Insgesamt wird in diesem Ausführungsbeispiel also die poröse Schicht 20 in der Zeichnungsebene von links nach rechts unter Druckabfall durchströmt. Zusätzlich werden über die Kanäle 41, 43, 45 zusätzliche Fluide entlang des Gasströmungsweg in die poröse Schicht 20 und somit in den Gasstrom eingebracht. Die gezeigte Ausführungsform, bei der alle Komponenten des Gaserzeugungssystems in eine einzige Platte 2 integriert sind, die kompakteste Realisierung dar. Es ist jedoch innerhalb der Erfindung auch möglich, nur ein Teil der Komponenten in eine gemeinsame Platte 2 zu integrieren. Üblicherweise wird der Stapel aus Platten 2 auf beiden Seiten durch Endplatten 80, 81 abgeschlossen. Weiterhin ist der Plattenstapel seitlich durch Gehäusewände 82, 83 gegen die Umgebung abgedichtet. Die Randabdichtung kann aber auch direkt in die poröse Schicht 20 integriert werden, wie es weiter oben bereits im Zusammenhang mit den Randabdichtungen 53, 63 in den Heizkanälen 52, 62 beschrieben wurde. Die Zuführung aller Fluide erfolgt in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ausschließlich über schematisch dargestellte Zuführungen in der oberen Endplatte 80. Die Abführung für das Reformat ist ebenfalls in der oberen Endplatte 80 integriert. Lediglich die Abführungen für die Heizkanäle 52, 62 ist in die untere Endplatte 81 integriert. Selbstverständlich liegt es im fachmännischen Können eines Fachmannes, die Zu-



beziehungsweise Abführungen an anderen geeigneten Stellen vorzusehen. Insbesondere ist auch ein Zu- beziehungsweise Abführung durch die Gehäusewände 82, 83 möglich. Außerdem können mehrere Kanäle innerhalb der Endplatten 80, 81 zusammengeführt werden.

Die Schicht 20 wird durch Verpressen von Katalysatormaterial in eine dünne und großflächige, stark komprimierte Schicht gebildet. Als Katalysatormaterial wird ein feinkörniges Katalysatorpulver oder -granulat verwendet, dessen Körner einen Durchmesser von ca. 0,5 mm oder kleiner haben. Das Verpressen erfolgt beispielsweise bei Temperaturen von ca. 200° bis 500°C.

Die poröse Schicht 20 wird von den Fluiden unter Druckbeaufschlagung durchströmt. Beim Durchströmen der porösen Schicht 2 erfährt das Reaktionsgemisch einen Druckabfall Δp von ca. 100 mbar und mehr (beispielsweise 1 bis 4 bar). Um dem Katalysatormaterial eine bessere mechanische Stabilität und/oder verbesserte Wärmeleitung zu verleihen, wird das Katalysatormaterial in eine Trägerstruktur verpreßt. Bei dieser Trägerstruktur handelt es sich um eine netzartige Matrix, die vorzugsweise durch Vermischen des mindestens einen Katalysatorpulvers mit dendritischem Kupfer in Pulverform und Verpressen dieses Gemisches erhalten wird. Beim Verpressen bildet das dendritische Kupfer eine netzartige Matrixstruktur, in welche die Katalysatorkörner "eingebaut" sind. Das dendritische Kupferpulver läßt sich auch bei einem relativ geringen Massenanteil des Kupferpulvers zur Gesamtmasse der Schicht leicht zu einem Netz zusammenpressen bzw. versintern, hat eine große Oberfläche und ist selber katalytisch aktiv. Durch die Verwendung von dendritischem Kupferpulver wird deshalb ein stabilisierendes, fixierendes und wärmeverteilendes Netz im Mikrometer-Bereich erhalten. Die Schicht 20 weist eine relativ große Fläche von beispielsweise 100 cm² auf. Um eine kompaktere Bauweise zu erreichen, wird das von dem Reaktionsgemisch zu durchfließende Katalysatorvolumen auf



mehrere Schichten aufgeteilt, die jedoch nicht nebeneinander, sondern hintereinander, aber parallel geschaltet angeordnet sind.

Zur Herstellung eines Stapelkörpers werden mehrere aus porösem Katalysatormaterial gepreßte Scheiben aufeinandergestapelt und gemeinsam unter Druckbeaufschlagung gesintert. Ein solches bevorzugtes Herstellungsverfahren ist in der DE 198 32 625 A1 der Anmelderin offenbart.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist zusätzlich zu der porösen Schicht 20 eine Grundplatte 90 vorgesehen. Die obere Grundplatte 91 dieser Prinzipdarstellung gehört eigentlich zur nächsten Schicht einer Stapelanordnung und ist nur zur Verdeutlichung eingezeichnet. Hierbei ist die poröse Schicht 2 als durchgehende Schicht konstanter Dicke ausgeführt. Die Grundplatten 90, 91 weisen dagegen in Teilbereichen Ausnehmungen 93 bis 95 auf. Durch diese Ausnehmungen 93 bis 95 wird eine teilweise Über- und Durchströmung der porösen Schicht 20 realisiert. Über eine nicht dargestellt Zuführung oder einen entsprechenden Kanal wird das Fluid in die Ausnehmung 93 geführt und überströmt dabei die benachbarte Schicht 20. An der Begrenzung der Ausnehmung 93 ist das Fluid gezwungen, die poröse Schicht 20 zu Durchströmen um in die gegenüberliegende Ausnehmung 94 zu gelangen. In dem Bereich dieser Ausnehmung 94 ist eine Öffnung 96 zur Zufuhr eines weiteren Fluids vorgesehen. Wiederum an der Begrenzung der Ausnehmung 94 ist das Fluidgemisch gezwungen, die poröse Schicht 20 erneut, jetzt aber in entgegengesetzter Richtung zu Durchströmen, ehe es über die Ausnehmung 95 an eine nicht dargestellte Abführung oder einen entsprechenden Kanal abgegeben wird. Innerhalb dieses Fluidströmungsweges ist es analog zum Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 2 möglich, mehrere Komponenten zu integrieren. Eine Aufteilung in unterschiedliche Bereiche ist hier zur Vereinfachung nicht eingezeichnet. Neben der einen dargestellten Öffnung 96 ist



es selbstverständlich auch hier möglich, bei Bedarf weitere Öffnungen beziehungsweise Kanäle zur Zufuhr von Fluiden beziehungsweise Temperierung der Bereiche vorzusehen.

Die Ausnehmungen 93 bis 95 können durch flächiges Abtragen von Material aus den Grundplatten 90, 91 ausgebildet werden. Gegebenenfalls können in die entstehenden Räume Strömungsleitstrukturen eingebracht werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Kanalstrukturen in die Grundplatten 90, 91 einzubringen. Das Fluid wird hierbei durch die eigentlichen Kanäle geführt, während sich die poröse Schicht 20 an den Kanalwänden abstützen kann. Dies führt zu einer besseren Stabilität der Vorrichtung.

In Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3 kann, wie in Fig. 4 gezeigt, bei den Grundplatten 90, 91 auf Ausnehmungen verzichtet werden. Im Gegenzug werden in die poröse Schicht 20 entsprechende Ausnehmungen 93 bis 95 oder Kanalstrukturen eingebracht. Die Funktion entspricht der des vorherigen Ausführungsbeispiels. Die Kanalstrukturen können beispielsweise durch Einpressen oder mittels Methoden der Mikromechanik, beispielsweise durch Ätzen, in die Grundplatten 90, 91 beziehungsweise in die poröse Schicht 20 eingebracht werden.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 sind ebenfalls Grundplatten 90, 91 vorgesehen. In diesem Fall sind diese Grundplatten 90, 91 jedoch nur teilweise mit einer porösen Schicht 20 belegt. Zwischen solchen Teilschichten 20 können Bereiche 97, 98 ohne poröse Schicht 20 vorgesehen sein. Diese Bereiche 97, 98 können als Misch- oder Reaktionsraum eingesetzt werden. Zur Verdeutlichung des Prinzips ist außerdem ein Zuführkanal 42 und ein Heizkanal 52 mit zugehörigen Wandung 53 eingezeichnet. Auch in diesem Fall ist es selbstverständlich möglich, bei Bedarf weitere Öffnungen beziehungsweise Kanäle zur Zufuhr von Fluiden beziehungsweise Temperierung der Bereiche vorzusehen.



Neben den explizit dargestellten Ausführungsbeispielen ist es auch möglich, die Lehren dieser unterschiedlichen Varianten miteinander zu kombinieren. Zur Erweiterung der Funktionalität ist es außerdem möglich, die Kanäle zur selektiven Zu- beziehungsweise Abfuhr von Fluiden in beziehungsweise aus dem Gasstrom einzusetzen. Hierzu kann die Wandung eines oder mehrerer Kanäle mit einem entsprechend selektiven Material versehen werden. Beispielsweise ist es möglich, Wasserstoff aus einem Gasgemischsstrom mit Hilfe einer Palladiumfolie abzutrennen. Entsprechend ist es möglich, Sauerstoff aus der Umgebungsluft selektiv in den Gasstrom einzubringen.

Verschiedene Ausführungsformen, wie man einzelne Komponenten in eine solche gemeinsame Platte 2 integriert, die zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht 20 besteht, zeigen die Fig. 6 bis 10.

Fig. 6 zeigt ein Segment einer solchen Platte 2, bestehend aus zwei porösen, katalytisch wirksamen Schichten 20. Die erste als Reformierungsbereich 6 ausgebildete Schicht dient zur Umsetzung der Edukte. In der zweiten, als CO-Oxidationsbereich 7 ausgebildeten Schicht wird mittels eines zusätzlich dosierten Oxidationsmittels, vorzugsweise Luft, das im Abgas des Reformierungsbereichs 6 enthaltene Kohlenmonoxid selektiv katalytisch oxidiert. Hierbei durchströmen die Edukte, die unter Umständen auch Luft enthalten können, die beiden Schichten 6, 7 im wesentlich senkrecht zu ihrer Längserstreckung, wobei zwischen den beiden Schichten 6, 7 eine zusätzliche Luftdosierung für den CO-Oxidationsbereich 7 über Kanäle 45 erfolgt.

Fig. 7 zeigt ebenfalls ein Segment einer solchen Platte 2, bestehend aus zwei porösen, katalytisch wirksamen Schichten, in die alternierend Kanäle 72, 45 für die Produktabfuhr beziehungsweise für eine zusätzliche Luftdosierung integriert sind. Die beiden Schichten 6 sind



XCELLSIS GmbH
Stuttgart

FTP/S koh
03.09.2001

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases aus einem flüssigen, wasserstoffhaltigen Kraftstoff durch eine Reformierungsreaktion mit Zuleitungen (32, 42, 44, 46) zur Zufuhr von Edukten und mit Ableitungen (72) zur Abfuhr des Reformates, mit mindestens einer Komponente (5) zur Verdampfung flüssiger Edukte, mit mindestens einer Komponente (6) zum Reformieren, mit mindestens einer Komponente zur katalytischen Erzeugung von thermischer Energie und mit mindestens einer Komponente (7) zur Reduzierung des Kohlenmonoxidanteils im Reformat,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß zumindest zwei der Komponenten (3 bis 7) auf einer gemeinsamen Platte (2) angeordnet sind, die zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten und von den Reaktionsedukten zumindest Bereichsweise unter Druckabfall durchströmbaren Schicht (20) besteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß alle Komponenten (3 bis 7) auf einer gemeinsamen Platte (2) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Platte (2) durchgehend aus der porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht (20) gebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,



daß die poröse Schicht (20) gasundurchlässige Bereiche aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Platte (2) eine durchgehende Grundplatte (90, 91) aufweist, die in Teilbereichen eine poröse Schicht (20) aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß in der mit dem Gasstrom in Kontakt stehenden Oberfläche der Platte (2) strömungsführende Strukturen (93 bis 95) eingebracht sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß mehrere Platten (2) aufeinandergestapelt sind, wobei die Zuführungen und Abführungen durch Kanäle (32, 72) gebildet sind, die sich beim Stapeln der Platten (2) durch Öffnungen (31, 71) in den Platten (2) ausbilden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß weitere Zuführungen (42, 44, 46) vorgesehen sind, die im Verlauf des Über- beziehungsweise Durchströmens der Platten (2) in den Gasströmungsweg münden.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß unabhängig von der Eduktgasströmung verlaufende Kanäle (52, 62) zur Temperierung vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Kanälen (52, 62) ein Wärmeträgermedium geführt ist.



11. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Kanälen (52, 62) ein Reaktionsgemisch geführt
und zur Erzeugung thermischer Energie katalytisch umsetzbar
ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß Kanäle (32, 42, 44, 46, 52, 62, 72) vorgesehen sind,
die mit dem Eduktgasstrom über eine Membran zur selektiven
Zu- oder Abführung eines Fluids in Strömungsverbindung
stehen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die poröse Schicht (20) durch Verpressen des
Katalysatormaterials mit einer netzartigen Trägerstruktur
aus Kupfer gebildet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die netzartige Trägerstruktur aus dendritischem Kupfer
ist.

Fig. 1

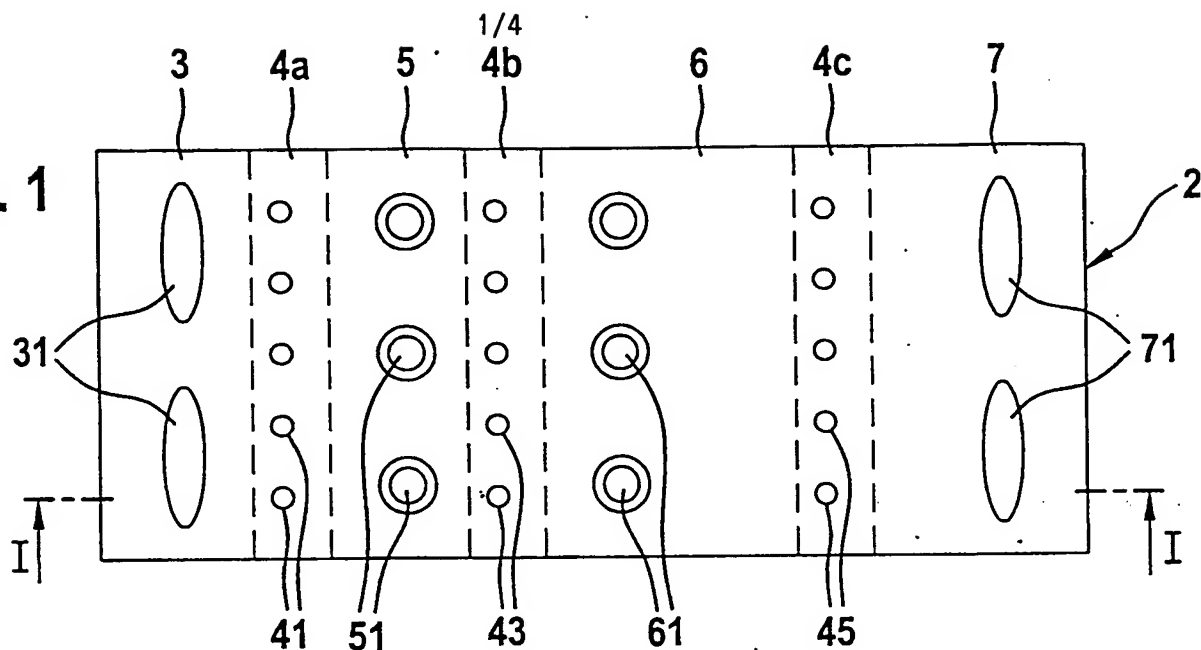


Fig. 2

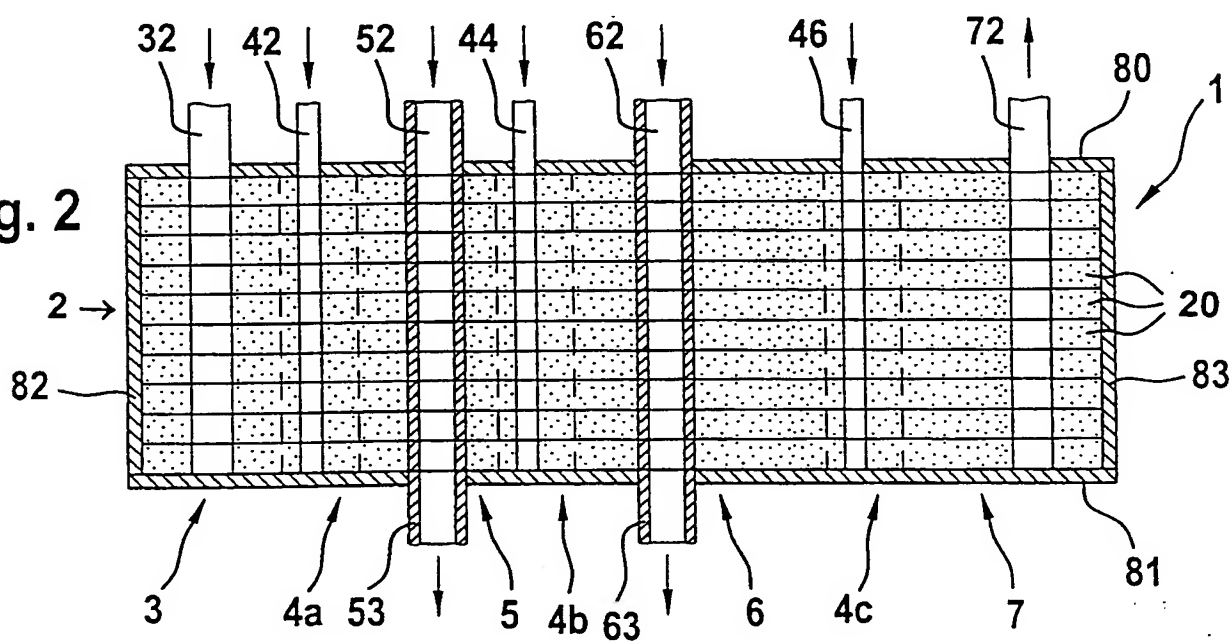
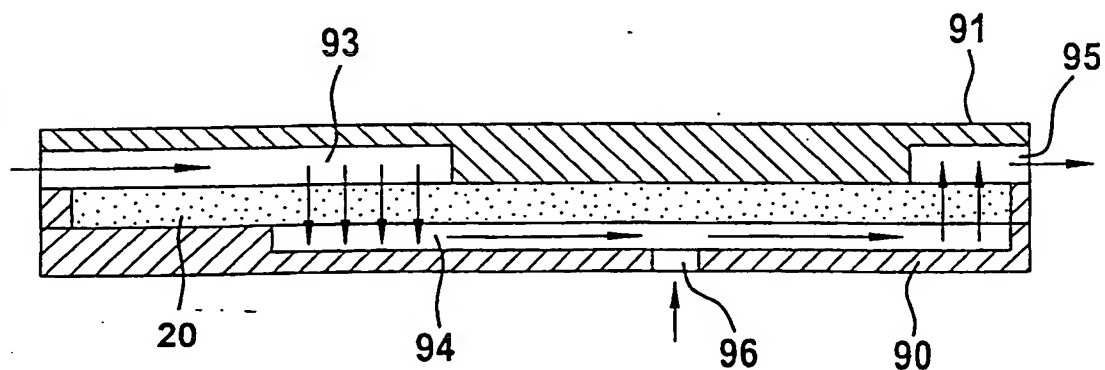


Fig. 3



GEAENDERTES BLATT



Fig. 4

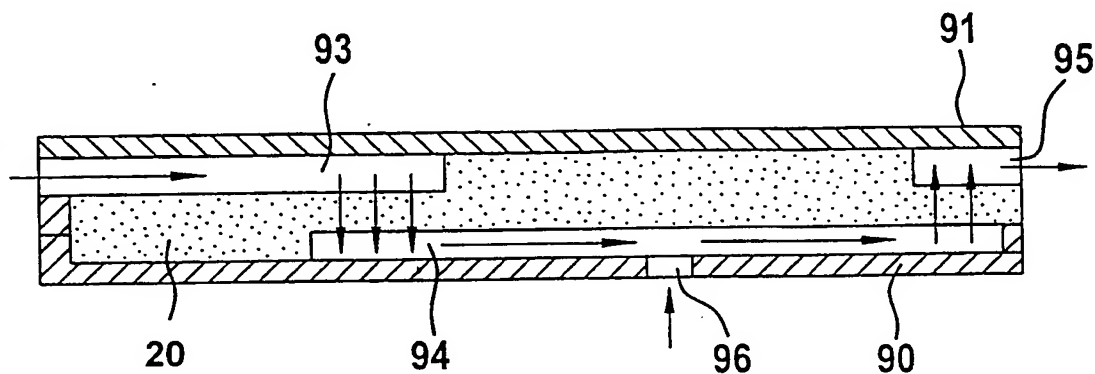
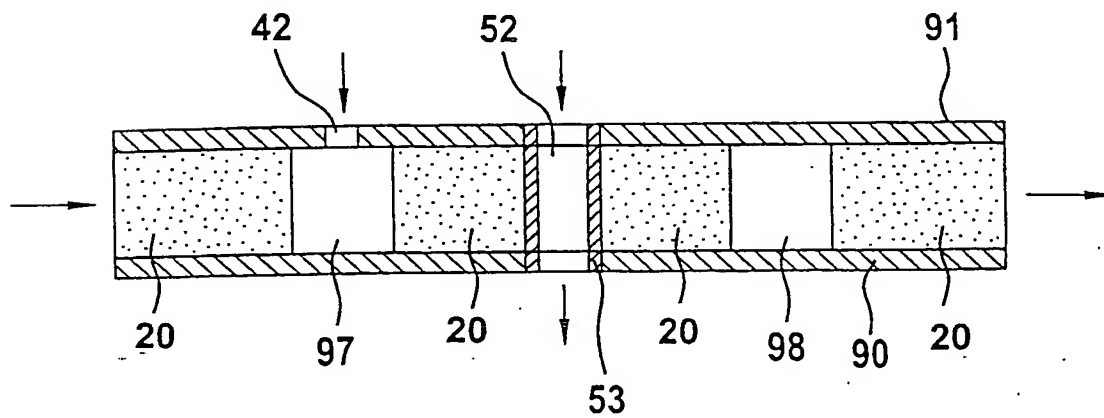


Fig. 5



3/4

Fig. 6

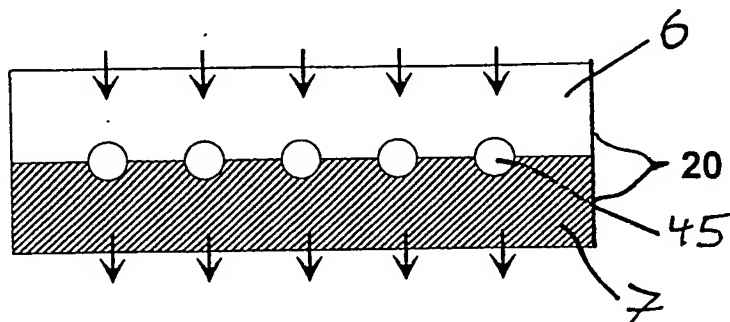


Fig. 7

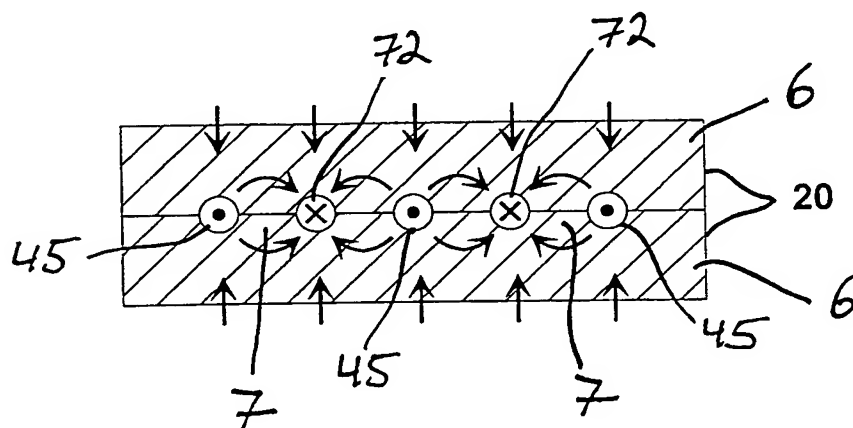


Fig. 8

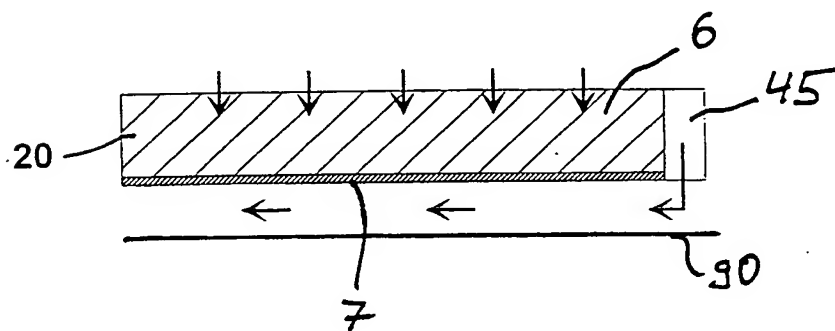
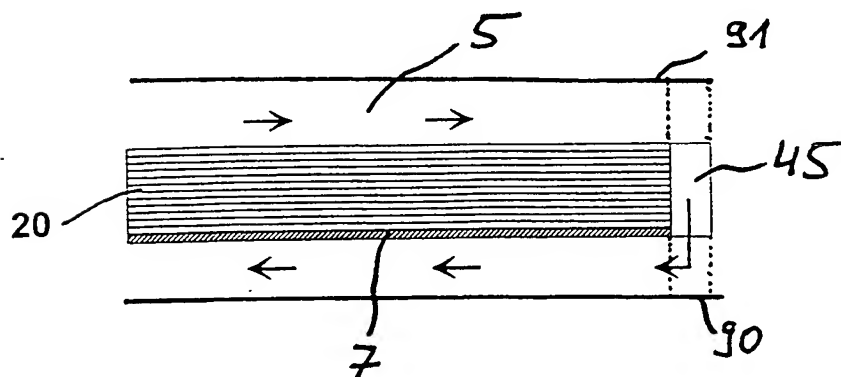


Fig. 9





06-09-2001

EP0008956

P032459/WO/1

- 3 -

5

10

15

20

25

30

35

illustrated in each case in outline in Figs 1
and 2. In this exemplary embodiment, the plate 2

AMENDED SHEET



P032459/WO/1

- 4 -

consists entirely of a porous layer 20 which is formed by pressing catalyst material and through which the media involved flow with a pressure drop. The plates 2 in each case comprise a plurality of components 3-7
5 which in the drawing are diagrammatically separated from one another by dashed lines. In reality, the regions may also merge gradually into one another.

The component 3 is used to supply reaction starting
10 materials, for example liquid water and air. For this purpose, two openings 31 are provided in the feed region 3 in the plate 2. When the individual plates 2 are stacked on top of one another, the openings 31 form two feed passages 32 running in the stack direction.
15 From these feed passages 32, the water/air mixture supplied flows substantially perpendicular to the stacked direction, into the porous layer 20 of the plate 2. The feed region 3 is adjoined by a first mixing region 4a, in which a multiplicity of openings
20 41 are provided. In the exemplary embodiment, these openings 41 are used to supply a liquid operating medium, for example methanol. When the individual plates 2 are stacked on top of one another, the openings 41 form a plurality of feed passages 42
25 running in the stack direction. From these feed passages 42, the operating medium supplied flows, likewise substantially perpendicular to the stack direction, into the porous layer 20 of the plate 2, where it mixes with the water/air mixture. For this
30 reason, this region is referred to as the mixing region 4a. If a sufficient temperature has already been established in this region, it is also possible for the air contained in the starting gas flow to have reacted with the operating medium supplied as early as in the
35 first mixing region 4a, thus liberating thermal energy. For this reason, the boundaries which are shown between

AMENDED SHEET



the regions are only for illustration, as has already been stated above.

This first mixing region 4a is adjoined by an
5 evaporation region 5, in which, once again, a plurality
of openings 51 are provided. In the exemplary
embodiment, these openings 51 are used to control the
temperature of the evaporation region 5. When the
individual plates 2 are stacked on top of one another,
10 the openings 51 form a plurality of heating passages 52
running in the stack direction. Unlike the passages 32
and 42 described above, the heating passages 52 are not
connected in terms of flow to the porous layer 20.
Rather, these heating passages are sealed in a gastight
15 manner with respect to the porous layer 20 by means of
a wall 53, so that there is no exchange of fluid
between the heating passages 52 and the porous layer
20. The heating fluid which is passed through the
heating passages 52 is therefore used only to heat the
20 evaporation region 5. The seal may be effected in any
desired way. For example, it is possible to produce an
edge seal 53 by applying a higher compressive force to
the starting material in this region. It is also
possible to introduce special materials into this
25 region, which then form a gastight edge seal 53 during
the production process or in operation. Furthermore, it
would be possible to introduce a gastight tube or the
like into the heating passages 52. Naturally, any other
form of edge seal can also be used.

30 Thermal energy can be supplied to the evaporation
region 5 for example by passing a hot medium, for
example a heat transfer oil, through the heating
passages 52, which medium, as it flows through,
35 transfers some of its thermal energy to the adjoining
layer 20. However, it is also possible for the thermal



P032459/WO/1

- 6 -

energy to be generated catalytically inside the heating passages 52. For this purpose, the heating passages 52 are provided with a catalyst material in any desired form, for example in the form of a bed or a coating. An operating medium/air mixture, which is exothermically converted at the catalyst in order to generate the thermal energy, then flows through the heating passages. If the exhaust gas formed during the conversion does not contain any disruptive components, it is also conceivable to dispense with the edge seal, so that the exhaust gas is released into the gas stream flowing through the porous layer 20.

The evaporation region 5 is adjoined by a second mixing region 4b, in which, once again, a plurality of openings 43 are provided. In the exemplary embodiment, these openings 43 are used to supply further air. When the individual plates 2 are stacked on top of one another, the openings 43 form a plurality of feed passages 44 running in the stack direction. From these feed passages 44, the air supplied flows, substantially perpendicular to the stack direction, into the porous layer 20 of the plate 2, where it becomes mixed with the evaporated water/operating medium/air mixture. This additional air is required in the adjacent reforming region 6 for what is known as the autothermal reforming. In this known reaction, operating medium, water and oxygen are converted substantially into hydrogen and carbon dioxide. However, the reformat additionally contains a small fraction of carbon monoxide.

Openings 61 may be formed in the reforming region 6, in a similar manner to in the evaporation region, in order to form further heating passages 62 with edge seals 63. Their structure and function corresponds to those

AMENDED SHEET



described above. The reforming region 6 is adjoined by a third mixing region 4c with openings 45 and passages 46, as has already been described above with reference to the second mixing region 4b, for supplying further
5 air. This additional air is required in the adjoining CO oxidation region 7 for selective catalytic oxidation of the carbon monoxide contained in the reformat. This reaction has likewise long been used to clean the reformat and is therefore not described in further
10 detail. Finally, two openings 71 are provided in the CO oxidation region 7 in order to form discharge passages 72. The reaction product is then discharged from the device 1 via these discharge passages 72.

15 Although hitherto the text has in each case referred to air, it will be clear to the person skilled in the art that the air used may, in addition to normal ambient air, also be oxygen-enriched air or gaseous pure oxygen. Furthermore, it should be pointed out that the
20 position and number of openings 31, 41, 43, 45, 51, 61, 71 are in each case shown only by way of example and can be adapted to the particular conditions at any time.

25 Overall, therefore, in this exemplary embodiment media flow through the porous layer 20 from the left to the right, with a pressure drop, in the plane of the drawing. In addition, the passages 41, 43, 45 are used to introduce additional fluids along the gas flow path
30 into the porous layer 20 and therefore into the gas stream. The embodiment shown, in which all the components of the gas generation system are integrated in a single plate 2, represents the most compact design. However, within the context of the invention it
35 is also possible for only some of the components to be integrated into one common plate 2. The stack of plates



P032459/WO/1

- 8 -

2 is usually closed off by end plates 80, 81 on both sides. Furthermore, the plate stack is laterally sealed from the environment by housing walls 82, 83. However, the edge seal may also be integrated directly in the porous layer 20, as has already been described above in connection with the edge seals 53, 63 in the heating passages 52, 62. In the exemplary embodiment shown, all the fluids are supplied only by means of diagrammatically illustrated inlets in the upper end plate 80. The discharge for the reformat is likewise integrated in the upper end plate 80. Only the discharges for the heating passages 52, 62 are integrated in the lower end plate 81. Naturally, it is within the specialist ability of a person skilled in the art to provide the inlets and outlets at other suitable locations. In particular, it is also possible for media to be supplied and discharged through the housing walls 82, 83. Moreover, a plurality of passages may be combined within the end plates 80, 81.

20

The layer 20 is formed by pressing catalyst material into a thin, large-area, highly compressed layer. Fine-grained catalyst powder or granules, the grains of which have a diameter of approx. 0.5 mm or less, is/are used as catalyst material. The pressing takes place, for example, at temperatures of approx. 200° to 500°C.

The fluids flow through the porous layer 20 under the application of pressure. The reaction mixture undergoes a pressure drop Δp of approx. 100 mbar and above (for example 1 to 4 bar) as it flows through the porous layer 20. To provide the catalyst material with better mechanical stability and/or improved heat conduction, the catalyst material is pressed into a support structure. This support structure is a mesh-like matrix, which is preferably obtained by mixing the at

AMENDED SHEET



least one catalyst powder with dendritic copper in powder form and pressing this mixture. During pressing, the dendritic copper forms a mesh-like matrix structure, into which the catalyst grains are
5 "incorporated". Even if the proportion by mass of the copper powder is relatively low in relation to the overall mass of the layer, the dendritic copper powder can easily be pressed or sintered together to form a mesh, has a large surface area and is itself
10 catalytically active. Therefore, the use of dendritic copper powder results in a stabilizing, fixing and heat-distributing mesh in the micrometre range. The layer 20 has a relatively large surface area of, for example, 100 cm^2 . To achieve a more compact structure,
15 the catalyst volume which the reaction mixture is to flow through is distributed over a plurality of layers which, however, are not arranged next to one another, but rather behind one another, but still connected in parallel.

20 To produce a stacked body, a plurality of discs which have been pressed from porous catalytic material are stacked on top of one another and sintered together while pressure is being applied. A preferred production
25 process of this type is disclosed in DE 198 32 625 A1, in the name of the applicant.

In the exemplary embodiment shown in Fig. 3, in addition to the porous layer 20 a base plate 90 is
30 provided. The upper base plate 91 in this outline illustration actually belongs to the next layer of a stack arrangement and is illustrated only in order to make the drawing clearer. In this case, the porous layer 20 is designed as a continuous layer of constant
35 thickness. By contrast, the base plates 90, 91 have recesses 93 to 95 in partial regions. These recesses 93



P032459/WO/1

- 10 -

to 95 result in partial flow over and through the porous layer 20. The fluid is passed into the recess 93 via an inlet (not shown) or a corresponding passage, and in the process flows over the adjacent layer 20. At 5 the boundary of the recess 93, the fluid is forced to flow through the porous layer 20 in order to pass into the opposite recess 94. In the region of this recess 94, there is an opening 96 for supplying a further fluid. Once again at the boundary of the recess 94, the 10 fluid mixture is forced once again to flow through the porous layer 20, but in this case in the opposite direction, before it is discharged, via the recess 95, to an outlet (not shown) or a corresponding passage. In a similar manner to the exemplary embodiment shown in 15 Figs 1 and 2, it is possible to integrate a plurality of components within this fluid flow path. To simplify the drawing, this figure does not show a division into different regions. In addition to the one opening 96 illustrated, it is, of course, also possible in this 20 embodiment to provide further openings or passages if required for the supply of fluids or for controlling the temperature of the regions.

The recesses 93 to 95 can be formed from abrading 25 material from the surface of the base plates 90, 91. If appropriate, flow-guiding structures can be introduced into the spaces which form. Another possibility is for passage structures to be introduced into the base plates 90, 91. The fluid is in the process guided 30 through the actual passages, while the porous layer 20 may be supported on the passage walls. This leads to improved stability of the device.

As a modification to the exemplary embodiment shown in 35 Fig. 3, it is also possible, as shown in Fig. 4, to dispense with recesses at the base plates 90, 91. In

AMENDED SHEET



P032459/WO/1

- 11 -

return, corresponding recesses 93 to 95 or passage structures are introduced into the porous layer 20. Operation corresponds to that of the exemplary embodiment described above. The passage structures can
5 be introduced into the base plates 90, 91 or into the porous layer 20 for example by being pressed in or by using micromechanical methods, for example by etching.

Base plates 90, 91 are likewise provided in the
10 exemplary embodiment shown in Fig. 5. In this case, however, these base plates 90, 91 are only partly covered with a porous layer 20. Regions 97, 98 without a porous layer 20 may be provided between such part-
15 layers 20. These regions 97, 98 can be used as a mixing or reaction space. Moreover, a feed passage 42 and a heating passage 52 with associated wall 53 are shown in order to explain the principle of this embodiment. In
20 this case too it is, of course, possible, if necessary, to provide further openings or passages for supplying fluids and/or controlling the temperature of the regions.

In addition to the exemplary embodiments which have been specifically illustrated, it is also possible to
25 combine the teaching of these different variants with one another. Moreover, to extend the functionality, it is possible to use the passages to selectively supply and discharge fluids to and from the gas stream. For this purpose, the wall of one or more passages may be
30 provided with a correspondingly selective material. For example, it is possible to separate hydrogen from a gas-mixture flow with the aid of a palladium foil. Correspondingly, it is possible for oxygen from the ambient air to be introduced selectively into the gas
35 stream.



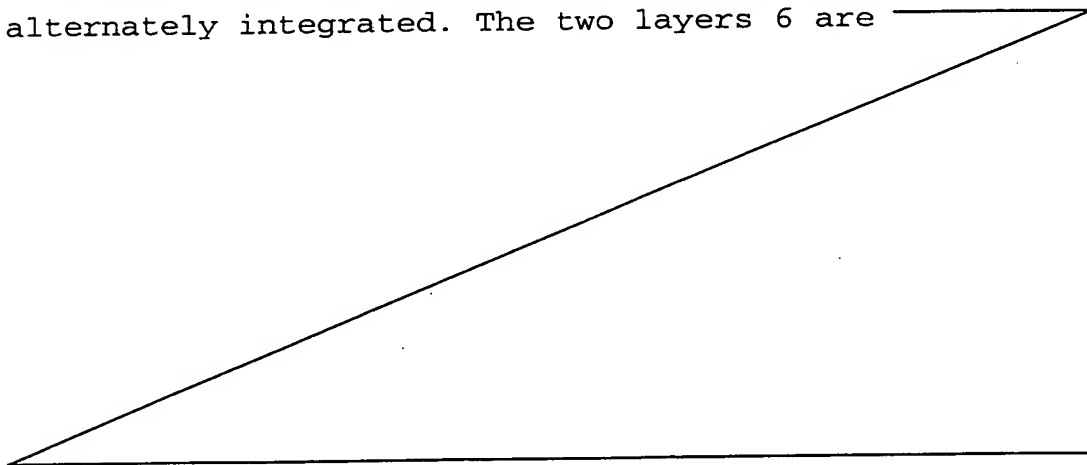
P032459/WO/1

- 12 -

Various embodiments allowing individual components to be integrated into a common plate 2 of this type, which at least partially comprises a porous layer 20 formed by pressing catalyst material, are shown in Figs 6 to 10.

Fig. 6 shows a segment of a plate 2 of this type, comprising two porous, catalytically active layers 20. The first layer, which is designed as a reforming region 6, is used to convert the starting materials. In the second layer, which is designed as a CO oxidation region 7, an additionally metered oxidizing agent, preferably air, is used for selective catalytic oxidation of the carbon monoxide contained in the exhaust gas of the reforming region 6. In the process, the starting materials, which under certain circumstances may also contain air, flow through the two layers 6, 7 substantially perpendicular to their longitudinal extent, additional metering of air for the CO oxidation region 7 taking place between the two layers 6, 7 via passages 45.

Fig. 7 likewise shows a segment of a plate 2 of this type, comprising two porous, catalytically active layers, into which passages 72, 45 for product discharge and for additional metering of air are alternately integrated. The two layers 6 are



AMENDED SHEET



XCELLSIS GmbH
Stuttgart

FTP/S koh
03.09.2001

5

Patent Claims

1. Device (1) for generating a hydrogen-rich gas from a liquid, hydrogen-containing fuel using a reforming reaction, having feed lines (32, 42, 44, 46) for
10 supplying starting materials and having discharge lines (72) for discharging the reformat, having at least one component(5) for evaporating liquid starting materials, having at least one component (6) for reforming, having
15 at least one component for the catalytic generation of thermal energy, and having at least one component (7) for reducing the carbon monoxide level in the reformat, characterized in that at least two of the components (3 to 7) are arranged on a common plate (2), which at least partially comprises a porous layer (20)
20 which is formed by pressing catalyst material and through which the reaction starting materials can flow, at least in regions, with a pressure drop.

2. Device according to Claim 1, characterized in that
25 all the components (3 to 7) are arranged on a common plate (2).

3. Device according to Claim 1, characterized in that the plate (2) is formed all the way through from the
30 porous layer (20) formed by pressing catalyst material.

4. Device according to Claim 1, characterized in that the porous layer (20) has gas-impermeable regions.



P032459/WO/1

- 16 -

5. Device according to Claim 1, characterized in that the plate (2) has a continuous base plate (90, 91) which, in partial regions, has a porous layer (20).
- 5 6. Device according to Claim 1, characterized in that flow-guiding structures (93 to 95) are made in that surface of the plate (2) which is in contact with the gas flow.
- 10 7. Device according to Claim 1, characterized in that a plurality of plates (2) are stacked on top of one another, the inlets and outlets being formed by passages (32, 72) which are formed by openings (31, 71) in the plates (2) when the plates (2) are stacked.
- 15 8. Device according to Claim 1, characterized in that further inlets (42, 44, 46) are provided, which, during the flow over or through the plates (2), open out into the gas flow path.
- 20 9. Device according to Claim 1, characterized in that passages (52, 62) which run independently of the starting-material flow are provided for temperature control purposes.
- 25 10. Device according to Claim 9, characterized in that a heat transfer medium is carried in the passages (52, 62).
- 30 11. Device according to Claim 9, characterized in that a reaction mixture is carried in the passages (52, 62) and can be catalytically converted in order to generate thermal energy.
- 35 12. Device according to Claim 1, characterized in that passages (32, 42, 44, 46, 52, 62, 72), which are

AMENDED SHEET



connected in terms of flow to the starting gas stream via a membrane for selectively supplying or discharging a fluid, are provided.

- 5 13. Device according to Claim 1, characterized in that the porous layer (20) is formed by pressing the catalyst material to a mesh-like support structure made from copper.
- 10 14. Device according to Claim 13, characterized in that the mesh-like support structure comprises dendritic copper.



10/088201
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

3

Applicant's or agent's file reference P032459/WO/1	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/08956	International filing date (day/month/year) 14 September 2000 (14.09.00)	Priority date (day/month/year) 15 September 1999 (15.09.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C01B 3/38		
Applicant XCELLSIS GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 14 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

I	<input checked="" type="checkbox"/>	Basis of the report
II	<input type="checkbox"/>	Priority
III	<input type="checkbox"/>	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV	<input type="checkbox"/>	Lack of unity of invention
V	<input checked="" type="checkbox"/>	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI	<input type="checkbox"/>	Certain documents cited
VII	<input type="checkbox"/>	Certain defects in the international application
VIII	<input checked="" type="checkbox"/>	Certain observations on the international application

RECEIVED
JUL 17 2002
TECHNOLOGY CENTER 1700

Date of submission of the demand 06 March 2001 (06.03.01)	Date of completion of this report 12 November 2001 (12.11.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/08956

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*).

- ☒ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-3,12-14, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages 4-11, filed with the letter of 03 September 2001 (03.09.2001),
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1-14, filed with the letter of 03 September 2001 (03.09.2001),
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 4/4, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig 1/4 - 3/4, filed with the letter of 03 September 2001 (03.09.2001),
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/EP 00/08956

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	2	YES
	Claims	1, 3-14	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. Reference is made to the following documents:

D1: EP-A-0 861 802 (ENGINEERING ADVANCEMENT ASSOC. OF JAPAN; MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 2 September 1998 (1998-09-02), mentioned in the application.

D2: DE-A-197 43 673 (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 15 April 1999 (1999-04-15), mentioned in the application.

2. Claim 1 of the present application is not considered to be inventive (PCT Article 33(3)) with respect to the combination of documents D1 and D2 for the following reasons:

D1 (e.g. Claim 1), which is the closest prior art, discloses a batch reactor for reforming hydrocarbon in which a plate-like step is provided for each function (evaporation, reformation, carbon monoxide removal, etc.). In the plates are arranged openings that form channels for conveying fluids when the plates are stacked on top of each other.

Each individual plate in D1 thus comprises three components, namely supply pipes for adding educts, draining pipes for removing reaction products and a further component for carrying out the respective function (evaporation, reformation, carbon monoxide removal, etc.).

The subject matter of Claim 1 differs from D1 in that the plate consists at least

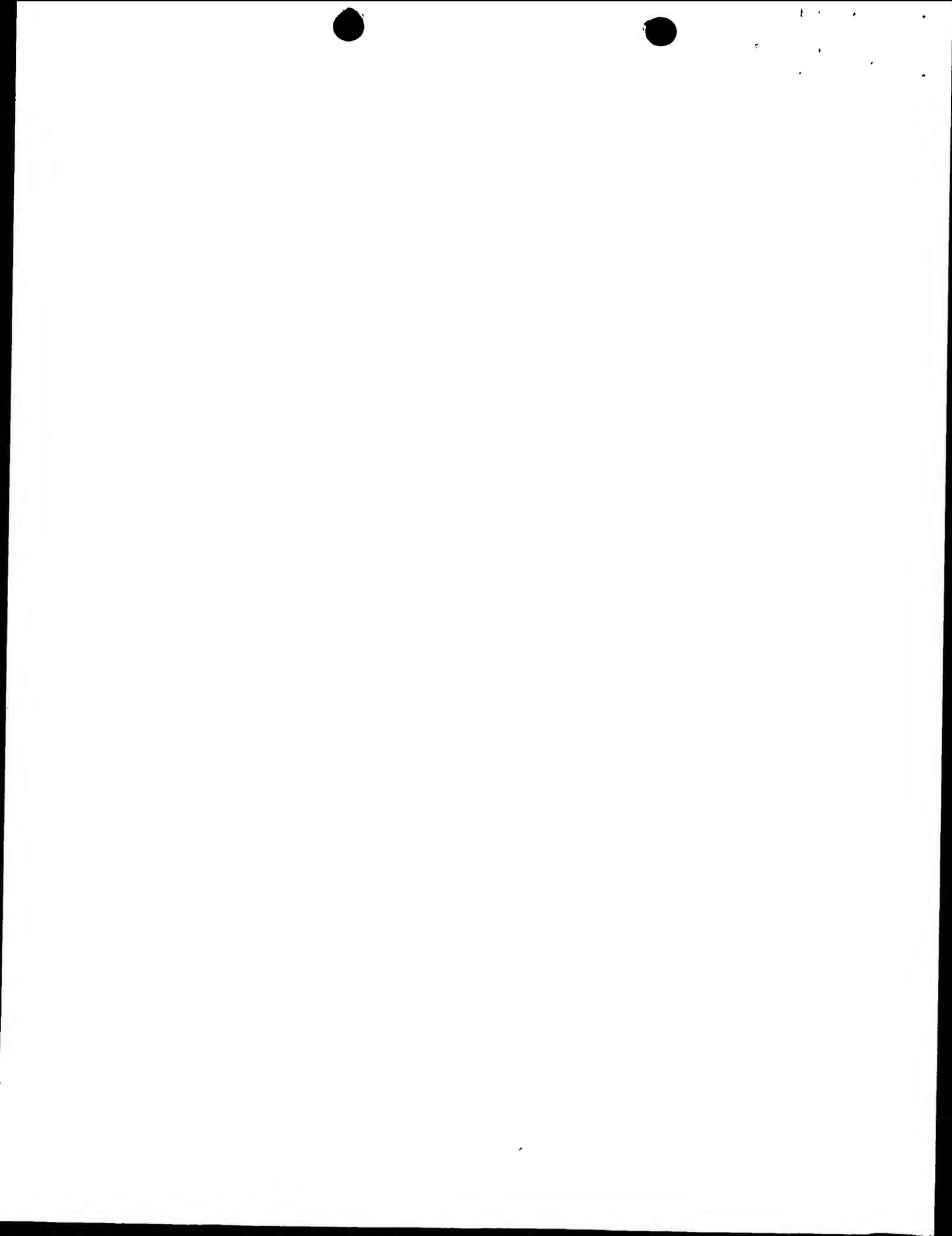
partially of a porous layer formed by compressing catalytic material.

The problem to be solved by the present invention can thus be seen as that of making available a device for generating hydrogen that is improved with respect to mass, volume and dynamics.

Document D2 (see column 1, lines 46-62; column 2, lines 36-56; Figure 2) describes the same advantages as those of the present application with reference to the feature "the (plate) consists at least partially of a porous layer that is formed by compressing catalytic material and permeable to the reaction educts at least in some areas when there is a drop in pressure".

A person skilled in the art would therefore regard the inclusion of this feature in the device according to D1 as a conventional measure for solving the problem of interest.

3. Dependent Claims 3-14 contain conventional measures and appear to contain no additional features which, combined with the features of any claim to which they refer, could lead to a subject matter involving an inventive step, as these features are already known from D1 or D2 or the applicant has not demonstrated a surprising effect of the additional feature.
4. The subject matter of Claim 2 is novel and involves an inventive step within the meaning of PCT Article 33(1) to 33(3).
By arranging all of the components on the same plate, the system of pipes connecting the various components becomes superfluous. Dead spaces are reduced and with that the mass-volume ratio of the device is improved.
5. The subject matter of the application is industrially applicable (PCT Article 33(4)).



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No

PCT/EP 00/08956

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

The features of device Claims 10 and 11 relate to a method of using the device and not to the definition of the device on the basis of its technical features. The intended restrictions are thus not clearly expressed in the claims, contrary to the requirements of PCT Article 6.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

RECEIVED 4 NOV 2001

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P032459/WO/1	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/08956	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 14/09/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 15/09/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C01B3/38		
Anmelder XCELLSIS GMBH et al.		


- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

 Diese Anlagen umfassen insgesamt 14 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 06/03/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 12.11.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Besana, S Tel. Nr. +49 89 2399 8002





I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-3,12-14 ursprüngliche Fassung

4-11 eingegangen am 06/09/2001 mit Schreiben vom 03/09/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-14 eingegangen am 06/09/2001 mit Schreiben vom 03/09/2001

Zeichnungen, Blätter:

4/4 ursprüngliche Fassung

1/4-3/4 eingegangen am 06/09/2001 mit Schreiben vom 03/09/2001

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-14
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	2
	Nein: Ansprüche	1,3-14
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-14
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt



Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1 EP-A-0 861 802 (ENGINEERING ADVANCEMENT ASS OF ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 2. September 1998 (1998-09-02) in der Anmeldung erwähnt
- D2 DE 197 43 673 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 15. April 1999 (1999-04-15) in der Anmeldung erwähnt

2. Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung wird der Kombination der Dokumente D1 und D2 gegenüber aus folgenden Gründen nicht als erfinderisch angesehen (Artikel 33(3) PCT):

D1 (siehe z.B. Anspruch 1), das als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart ein Stapelreaktor zur Reformierung von Kohlenwasserstoff, in dem für jede Funktion (Verdampfung, Reformierung, Kohlenmonoxidentfernung, etc.) eine plattenförmige Stufe vorgesehen ist. In den Platten sind Öffnungen vorgesehen, die beim Aufeinanderstapeln der Platte Kanäle zur Führung der Fluide bilden.

Jede einzelne Platte von D1 weist daher drei Komponente, nämlich Zuleitungen zur Zufuhr von Edukten, Ableitungen zur Abfuhr der Reaktionsprodukte und eine weitere Komponente zur Durchführung der jeweiligen Funktion (Verdampfung, Reformierung, Kohlenmonoxidentfernung, etc.).

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich von D1 dadurch, daß die Platte zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht besteht.

Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, eine hinsichtlich Masse, Volumen und Dynamik verbesserte Vorrichtung zur Wasserstofferzeugung bereitzustellen.



Dokument D2 (siehe Sp.1 Z.46-62; Sp.2 Z.36-56; Fig.2) beschreibt hinsichtlich des Merkmals "die (Platte) zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten und von den Reaktionsedukten zumindest Bereichsweise unter Druckabfall durchströmbaren Schicht besteht" dieselben Vorteile wie die vorliegende Anmeldung.

Der Fachmann würde daher die Aufnahme dieses Merkmals in die in D1 beschriebene Vorrichtung als eine übliche konstruktive Maßnahme zur Lösung der gestellten Aufgabe ansehen.

3. Die abhängigen Ansprüche 3-14 enthalten fachübliche Merkmale und scheinen keine zusätzlichen Merkmale zu enthalten, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie rückbezogen sind, zu einem auf erfinderischer Tätigkeit beruhenden Gegenstand führen könnten, indem diese Merkmale schon aus D1, beziehungsweise D2, bekannt sind oder indem der Anmelder keinen überraschenden Effekt für das zusätzliche Merkmal gezeigt hat.
4. Der Gegenstand des Anspruchs 2 ist neu und beruht auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne von Artikel 33(1)-(3) PCT.
Durch die Anordnung aller Komponenten auf einer gemeinsamen Platte werden Leitungssysteme zur Verbindung der verschiedenen Komponenten überflüssig. Toträume werden verringert und damit wird das Massen-Volumen Verhältnis der Vorrichtung verbessert.
5. Der Gegenstand der Anmeldung gilt als gewerblich anwendbar (Artikel 33(4) PCT).

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Die Merkmale der Vorrichtungsansprüche 10 und 11 beziehen sich auf ein Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung und nicht auf die Definition der Vorrichtung anhand ihrer technischen Merkmale. Die beabsichtigten Einschränkungen gehen daher im Widerspruch zu den Erfordernissen des Artikels 6 PCT nicht klar aus den Ansprüchen hervor.



sie in den Fig. 1 und 2 jeweils als Prinzipbild dargestellt sind. In diesem Ausführungsbeispiel besteht die Platte 2 vollständig aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht 20, die von den beteiligten Medien unter Druckabfall durchströmt wird. Die Platten 2 umfassen jeweils mehrere Komponenten 3-7, die in der Zeichnung schematisch durch gestrichelte Linien voneinander getrennt sind. In Wirklichkeit können die Bereiche auch fließend ineinander übergehen.

Die Komponente 3 dient zur Zuführung von Reaktionsedukten, beispielsweise von flüssigem Wasser und Luft. Hierzu sind im Zuführbereich 3 in der Platte 2 zwei Öffnungen 31 vorgesehen. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 31 zwei in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 32. Aus diesen Zuführkanälen 32 strömt das zugeführte Wasser/Luft-Gemisch im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht 20 der Platte 2. An den Zuführbereich 3 grenzt ein erster Mischbereich 4a an, in dessen Bereich ein Vielzahl von Öffnungen 41 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 41 dienen im Ausführungsbeispiel zur Zufuhr eines flüssigen Brennmittels, beispielsweise Methanol. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 41 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 42. Aus diesen Zuführkanälen 42 strömt das zugeführte Brennmittel ebenfalls im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht 20 der Platte 2 und mischt sich dort mit dem Wasser/Luft-Gemisch. Aus diesem Grund wird dieser Bereich als Mischbereich 4a bezeichnet. Sollte in diesem Bereich bereits eine ausreichende Temperatur herrschen, so ist es auch möglich, daß die in dem Eduktgasstrom enthaltende Luft bereits im ersten Mischbereich 4a mit dem zugeführten Brennmittel reagiert und dabei thermische Energie freisetzt. Aus diesem Grunde sind die eingezeichneten Grenzen zwischen den Bereichen nur zur Veranschaulichung dargestellt, wie bereits weiter oben ausgeführt.



An diesen ersten Mischbereich 4a grenzt ein Verdampfungsbereich 5 an, in dessen Bereich wiederum mehrere Öffnungen 51 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 51 dienen im Ausführungsbeispiel zur Temperierung des Verdampfungsbereichs 5. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 51 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Heizkanäle 52. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Kanälen 32 und 42 stehen die Heizkanäle 52 nicht in Strömungsverbindung mit der porösen Schicht 20. Vielmehr sind diese Heizkanäle über eine Wandung 53 gasdicht gegen die poröse Schicht 20 abgedichtet, so daß kein Fluidaustausch zwischen den Heizkanälen 52 und der porösen Schicht 20 erfolgt. Das durch die Heizkanäle 52 geführte Heizfluid dient somit ausschließlich zur Beheizung des Verdampfungsbereichs 5. Die Abdichtung kann auf beliebige Art und Weise erfolgen. Beispielsweise kann eine Randabdichtung 53 durch eine höhere Preßkraft auf das Ausgangsmaterial in diesem Bereich hergestellt werden. Es ist ebenfalls möglich, spezielle Materialien in diesen Bereich einzubringen, die dann während des Herstellverfahrens oder im Betrieb eine gasdichte Randabdichtung 53 ausbilden. Weiterhin wäre es möglich, ein gasdichtes Rohr oder ähnliches in die Heizkanäle 52 einzubringen. Selbstverständlich sind auch beliebige andere Randabdichtungen einsetzbar.

Die Zufuhr von thermischer Energie zum Verdampfungsbereich 5 kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß ein heißes Medium, beispielsweise ein Thermoöl, durch die Heizkanäle 52 geführt wird, welches beim Durchströmen einen Teil seiner thermischen Energie auf die angrenzende Schicht 20 überträgt. Es ist jedoch ebenfalls möglich, die thermische Energie katalytisch innerhalb der Heizkanäle 52 zu erzeugen. Hierzu sind die Heizkanäle 52 in beliebiger Form, beispielsweise in Form einer Schüttung oder einer Beschichtung, mit einem Katalysatormaterial versehen. Durch die Heizkanäle strömt dann ein Brennmittel/Luft-Gemisch, welches zur Erzeugung der thermischen Energie an dem



Katalysator exotherm umgesetzt wird. Sollte das bei der Umsetzung entstehende Abgas keine störende Komponenten enthalten, so ist es auch denkbar, auf die Randabdichtung zu verdichten, so daß das Abgas in den durch die poröse Schicht 20 strömenden Gasstrom abgegeben wird.

An den Verdampfungsbereich 5 grenzt ein zweiter Mischbereich 4b an, in dessen Bereich wiederum mehrere Öffnungen 43 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 43 dienen im Ausführungsbeispiel zur Zufuhr weiterer Luft. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 43 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 44. Aus diesen Zuführkanälen 44 strömt die zugeführte Luft im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht 20 der Platte 2 und mischt sich dort mit dem verdampften Wasser/Brennmittel/Luft-Gemisch. Diese zusätzliche Luft wird im angrenzenden Reformierungsbereich 6 für die sogenannte autotherme Reformierung benötigt. Bei dieser bekannten Reaktion wird Brennmittel, Wasser und Sauerstoff im wesentlichen zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt. Zusätzlich ist im Reformat jedoch auch ein geringer Anteil an Kohlenmonoxid enthalten.

Im Reformierungsbereich 6 können analog zum Verdampfungsbereich Öffnungen 61 zur Ausbildung von weiteren Heizkanäle 62 mit Randabdichtungen 63 vorgesehen sein. Der Aufbau und die Funktion entspricht dem oben beschriebenen. An den Reformierungsbereich 6 grenzt ein dritter Mischbereich 4c mit Öffnungen 45 und Kanälen 46, wie er bereits weiter oben anhand des zweiten Mischbereichs 4b beschrieben wurde, zur Zufuhr weiterer Luft an. Diese zusätzliche Luft wird im angrenzenden CO-Oxidationsbereich 7 zur selektiven katalytischen Oxidation des im Reformat enthaltenen Kohlenmonoxids benötigt. Diese Reaktion wird ebenfalls seit langem zur Reinigung des Reformates benutzt und wird daher nicht weiter beschrieben. Im CO-Oxidationsbereich 7 sind schließlich zwei Öffnungen 71 zur



Ausbildung von Abführkanälen 72 vorgesehen. Über diese Abführkanäle 72 wird das Reaktionsprodukt anschließend aus der Vorrichtung 1 abgeführt.

Obwohl bisher jeweils von Luft gesprochen wurde ist für den Fachmann offensichtlich, daß als Luft neben der normalen Umgebungsluft auch im Sauerstoffgehalt angereicherte Luft oder gas reiner Sauerstoff verwendet werden kann. Weiterhin soll darauf hingewiesen werden, daß die Position und Anzahl der Öffnungen 31, 41, 43, 45, 51, 61, 71 nur exemplarisch dargestellt sind und jederzeit den Gegebenheiten angepaßt werden kann.

Insgesamt wird in diesem Ausführungsbeispiel also die poröse Schicht 20 in der Zeichnungsebene von links nach rechts unter Druckabfall durchströmt. Zusätzlich werden über die Kanäle 41, 43, 45 zusätzliche Fluide entlang des Gasströmungsweg in die poröse Schicht 20 und somit in den Gasstrom eingebracht. Die gezeigte Ausführungsform, bei der alle Komponenten des Gaserzeugungssystems in eine einzige Platte 2 integriert sind, die kompakteste Realisierung dar. Es ist jedoch innerhalb der Erfindung auch möglich, nur ein Teil der Komponenten in eine gemeinsame Platte 2 zu integrieren. Üblicherweise wird der Stapel aus Platten 2 auf beiden Seiten durch Endplatten 80, 81 abgeschlossen. Weiterhin ist der Plattenstapel seitlich durch Gehäusewände 82, 83 gegen die Umgebung abgedichtet. Die Randabdichtung kann aber auch direkt in die poröse Schicht 20 integriert werden, wie es weiter oben bereits im Zusammenhang mit den Randabdichtungen 53, 63 in den Heizkanälen 52, 62 beschrieben wurde. Die Zuführung aller Fluide erfolgt in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ausschließlich über schematisch dargestellte Zuführungen in der oberen Endplatte 80. Die Abführung für das Reformat ist ebenfalls in der oberen Endplatte 80 integriert. Lediglich die Abführungen für die Heizkanäle 52, 62 ist in die untere Endplatte 81 integriert. Selbstverständlich liegt es im fachmännischen Können eines Fachmannes, die Zu-



beziehungsweise Abführungen an anderen geeigneten Stellen vorzusehen. Insbesondere ist auch ein Zu- beziehungsweise Abführung durch die Gehäusewände 82, 83 möglich. Außerdem können mehrere Kanäle innerhalb der Endplatten 80, 81 zusammengeführt werden.

Die Schicht 20 wird durch Verpressen von Katalysatormaterial in eine dünne und großflächige, stark komprimierte Schicht gebildet. Als Katalysatormaterial wird ein feinkörniges Katalysatorpulver oder -granulat verwendet, dessen Körner einen Durchmesser von ca. 0,5 mm oder kleiner haben. Das Verpressen erfolgt beispielsweise bei Temperaturen von ca. 200° bis 500°C.

Die poröse Schicht 20 wird von den Fluiden unter Druckbeaufschlagung durchströmt. Beim Durchströmen der porösen Schicht 2 erfährt das Reaktionsgemisch einen Druckabfall Δp von ca. 100 mbar und mehr (beispielsweise 1 bis 4 bar). Um dem Katalysatormaterial eine bessere mechanische Stabilität und/oder verbesserte Wärmeleitung zu verleihen, wird das Katalysatormaterial in eine Trägerstruktur verpreßt. Bei dieser Trägerstruktur handelt es sich um eine netzartige Matrix, die vorzugsweise durch Vermischen des mindestens einen Katalysatorpulvers mit dendritischem Kupfer in Pulverform und Verpressen dieses Gemisches erhalten wird. Beim Verpressen bildet das dendritische Kupfer eine netzartige Matrixstruktur, in welche die Katalysatorkörner "eingebaut" sind. Das dendritische Kupferpulver läßt sich auch bei einem relativ geringen Massenanteil des Kupferpulvers zur Gesamtmasse der Schicht leicht zu einem Netz zusammenpressen bzw. versintern, hat eine große Oberfläche und ist selber katalytisch aktiv. Durch die Verwendung von dendritischem Kupferpulver wird deshalb ein stabilisierendes, fixierendes und wärmeverteilendes Netz im Mikrometer-Bereich erhalten. Die Schicht 20 weist eine relativ große Fläche von beispielsweise 100 cm² auf. Um eine kompaktere Bauweise zu erreichen, wird das von dem Reaktionsgemisch zu durchfließende Katalysatorvolumen auf



mehrere Schichten aufgeteilt, die jedoch nicht nebeneinander, sondern hintereinander, aber parallel geschaltet angeordnet sind.

Zur Herstellung eines Stapelkörpers werden mehrere aus porösem Katalysatormaterial gepreßte Scheiben aufeinandergestapelt und gemeinsam unter Druckbeaufschlagung gesintert. Ein solches bevorzugtes Herstellverfahren ist in der DE 198 32 625 A1 der Anmelderin offenbart.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist zusätzlich zu der porösen Schicht 20 eine Grundplatte 90 vorgesehen. Die obere Grundplatte 91 dieser Prinzipdarstellung gehört eigentlich zur nächsten Schicht einer Stapelanordnung und ist nur zur Verdeutlichung eingezeichnet. Hierbei ist die poröse Schicht 2 als durchgehende Schicht konstanter Dicke ausgeführt. Die Grundplatten 90, 91 weisen dagegen in Teilbereichen Ausnehmungen 93 bis 95 auf. Durch diese Ausnehmungen 93 bis 95 wird eine teilweise Über- und Durchströmung der porösen Schicht 20 realisiert. Über eine nicht dargestellt Zuführung oder einen entsprechenden Kanal wird das Fluid in die Ausnehmung 93 geführt und überströmt dabei die benachbarte Schicht 20. An der Begrenzung der Ausnehmung 93 ist das Fluid gezwungen, die poröse Schicht 20 zu Durchströmen um in die gegenüberliegende Ausnehmung 94 zu gelangen. In dem Bereich dieser Ausnehmung 94 ist eine Öffnung 96 zur Zufuhr eines weiteren Fluids vorgesehen. Wiederum an der Begrenzung der Ausnehmung 94 ist das Fluidgemisch gezwungen, die poröse Schicht 20 erneut, jetzt aber in entgegengesetzter Richtung zu Durchströmen, ehe es über die Ausnehmung 95 an eine nicht dargestellte Abführung oder einen entsprechenden Kanal abgegeben wird. Innerhalb dieses Fluidströmungsweges ist es analog zum Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 2 möglich, mehrere Komponenten zu integrieren. Eine Aufteilung in unterschiedliche Bereiche ist hier zur Vereinfachung nicht eingezeichnet. Neben der einen dargestellten Öffnung 96 ist



es selbstverständlich auch hier möglich, bei Bedarf weitere Öffnungen beziehungsweise Kanäle zur Zufuhr von Fluiden beziehungsweise Temperierung der Bereiche vorzusehen.

Die Ausnehmungen 93 bis 95 können durch flächiges Abtragen von Material aus den Grundplatten 90, 91 ausgebildet werden. Gegebenenfalls können in die entstehenden Räume Strömungsleitstrukturen eingebracht werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Kanalstrukturen in die Grundplatten 90, 91 einzubringen. Das Fluid wird hierbei durch die eigentlichen Kanäle geführt, während sich die poröse Schicht 20 an den Kanalwänden abstützen kann. Dies führt zu einer besseren Stabilität der Vorrichtung.

In Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3 kann, wie in Fig. 4 gezeigt, bei den Grundplatten 90, 91 auf Ausnehmungen verzichtet werden. Im Gegenzug werden in die poröse Schicht 20 entsprechende Ausnehmungen 93 bis 95 oder Kanalstrukturen eingebracht. Die Funktion entspricht der des vorherigen Ausführungsbeispiels. Die Kanalstrukturen können beispielsweise durch Einpressen oder mittels Methoden der Mikromechanik, beispielsweise durch Ätzen, in die Grundplatten 90, 91 beziehungsweise in die poröse Schicht 20 eingebracht werden.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 sind ebenfalls Grundplatten 90, 91 vorgesehen. In diesem Fall sind diese Grundplatten 90, 91 jedoch nur teilweise mit einer porösen Schicht 20 belegt. Zwischen solchen Teilschichten 20 können Bereiche 97, 98 ohne poröse Schicht 20 vorgesehen sein. Diese Bereiche 97, 98 können als Misch- oder Reaktionsraum eingesetzt werden. Zur Verdeutlichung des Prinzips ist außerdem ein Zuführkanal 42 und ein Heizkanal 52 mit zugehörigen Wandung 53 eingezeichnet. Auch in diesem Fall ist es selbstverständlich möglich, bei Bedarf weitere Öffnungen beziehungsweise Kanäle zur Zufuhr von Fluiden beziehungsweise Temperierung der Bereiche vorzusehen.



Neben den explizit dargestellten Ausführungsbeispielen ist es auch möglich, die Lehren dieser unterschiedlichen Varianten miteinander zu kombinieren. Zur Erweiterung der Funktionalität ist es außerdem möglich, die Kanäle zur selektiven Zu- beziehungsweise Abfuhr von Fluiden in beziehungsweise aus dem Gasstrom einzusetzen. Hierzu kann die Wandung eines oder mehrerer Kanäle mit einem entsprechend selektiven Material versehen werden. Beispielsweise ist es möglich, Wasserstoff aus einem Gasgemischsstrom mit Hilfe einer Palladiumfolie abzutrennen. Entsprechend ist es möglich, Sauerstoff aus der Umgebungsluft selektiv in den Gasstrom einzubringen.

Verschiedene Ausführungsformen, wie man einzelne Komponenten in eine solche gemeinsame Platte 2 integriert, die zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht 20 besteht, zeigen die Fig. 6 bis 10.

Fig. 6 zeigt ein Segment einer solchen Platte 2, bestehend aus zwei porösen, katalytisch wirksamen Schichten 20. Die erste als Reformierungsbereich 6 ausgebildete Schicht dient zur Umsetzung der Edukte. In der zweiten, als CO-Oxidationsbereich 7 ausgebildeten Schicht wird mittels eines zusätzlich dosierten Oxidationsmittels, vorzugsweise Luft, das im Abgas des Reformierungsbereichs 6 enthaltene Kohlenmonoxid selektiv katalytisch oxidiert. Hierbei durchströmen die Edukte, die unter Umständen auch Luft enthalten können, die beiden Schichten 6, 7 im wesentlich senkrecht zu ihrer Längserstreckung, wobei zwischen den beiden Schichten 6, 7 eine zusätzliche Luftdosierung für den CO-Oxidationsbereich 7 über Kanäle 45 erfolgt.

Fig. 7 zeigt ebenfalls ein Segment einer solchen Platte 2, bestehend aus zwei porösen, katalytisch wirksamen Schichten, in die alternierend Kanäle 72, 45 für die Produktabführung beziehungsweise für eine zusätzliche Luftdosierung integriert sind. Die beiden Schichten 6 sind



XCELLSIS GmbH
Stuttgart

FTP/S koh
03.09.2001

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases aus einem flüssigen, wasserstoffhaltigen Kraftstoff durch eine Reformierungsreaktion mit Zuleitungen (32, 42, 44, 46) zur Zufuhr von Edukten und mit Ableitungen (72) zur Abfuhr des Reformates, mit mindestens einer Komponente (5) zur Verdampfung flüssiger Edukte, mit mindestens einer Komponente (6) zum Reformieren, mit mindestens einer Komponente zur katalytischen Erzeugung von thermischer Energie und mit mindestens einer Komponente (7) zur Reduzierung des Kohlenmonoxidanteils im Reformat,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß zumindest zwei der Komponenten (3 bis 7) auf einer gemeinsamen Platte (2) angeordnet sind, die zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten und von den Reaktionsedukten zumindest Bereichsweise unter Druckabfall durchströmbaren Schicht (20) besteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß alle Komponenten (3 bis 7) auf einer gemeinsamen Platte (2) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Platte (2) durchgehend aus der porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht (20) gebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,



daß die poröse Schicht (20) gasundurchlässige Bereiche aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Platte (2) eine durchgehende Grundplatte (90, 91) aufweist, die in Teilbereichen eine poröse Schicht (20) aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß in der mit dem Gasstrom in Kontakt stehenden Oberfläche der Platte (2) strömungsführende Strukturen (93 bis 95) eingebracht sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß mehrere Platten (2) aufeinandergestapelt sind, wobei die Zuführungen und Abführungen durch Kanäle (32, 72) gebildet sind, die sich beim Stapeln der Platten (2) durch Öffnungen (31, 71) in den Platten (2) ausbilden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß weitere Zuführungen (42, 44, 46) vorgesehen sind, die im Verlauf des Über- beziehungsweise Durchströmens der Platten (2) in den Gasströmungsweg münden.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß unabhängig von der Eduktgasströmung verlaufende Kanäle (52, 62) zur Temperierung vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß in den Kanälen (52, 62) ein Wärmeträgermedium geführt ist.



11. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Kanälen (52, 62) ein Reaktionsgemisch geführt
und zur Erzeugung thermischer Energie katalytisch umsetzbar
ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß Kanäle (32, 42, 44, 46, 52, 62, 72) vorgesehen sind,
die mit dem Eduktgasstrom über eine Membran zur selektiven
Zu- oder Abführung eines Fluids in Strömungsverbindung
stehen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die poröse Schicht (20) durch Verpressen des
Katalysatormaterials mit einer netzartigen Trägerstruktur
aus Kupfer gebildet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die netzartige Trägerstruktur aus dendritischem Kupfer
ist.



Fig. 1

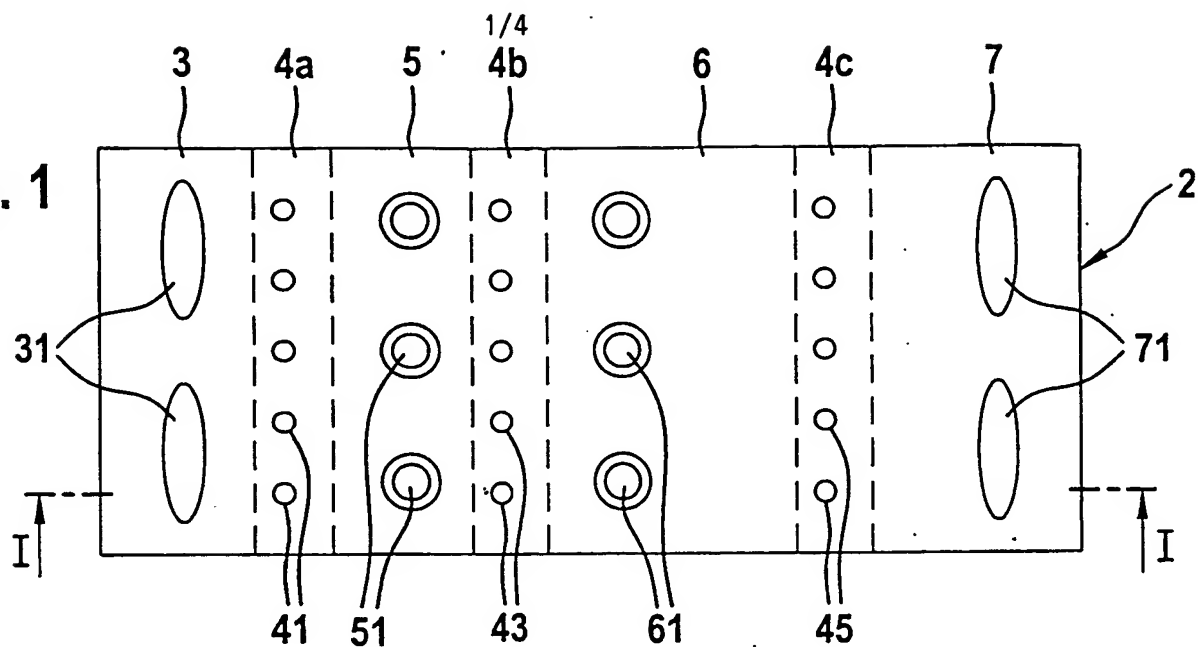


Fig. 2

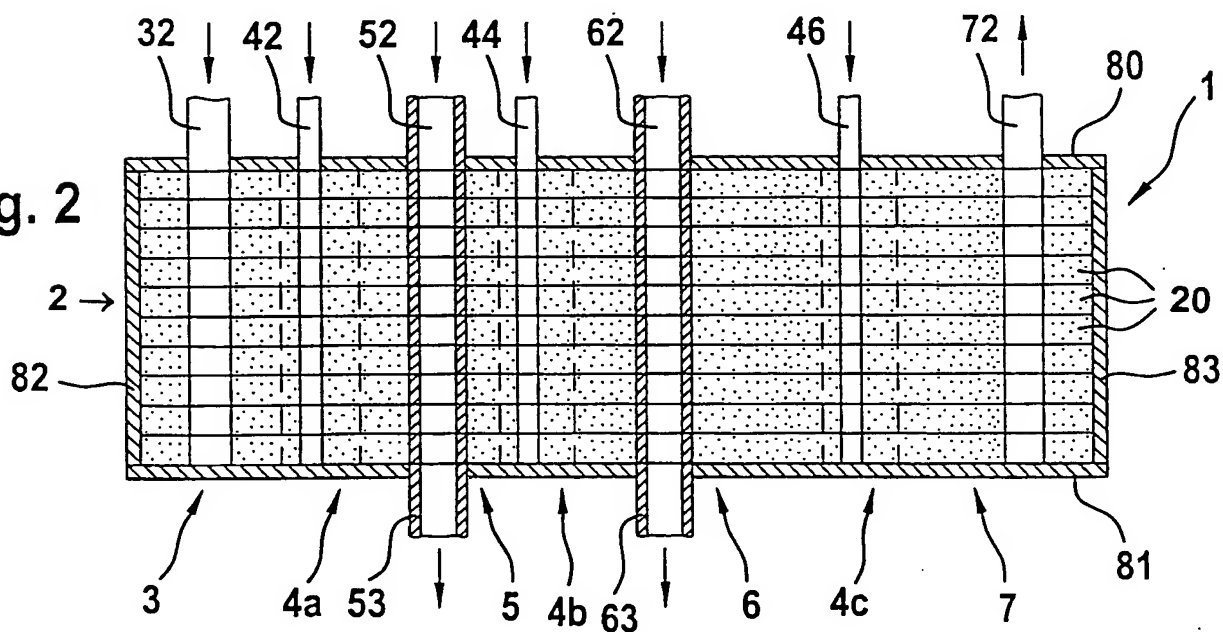
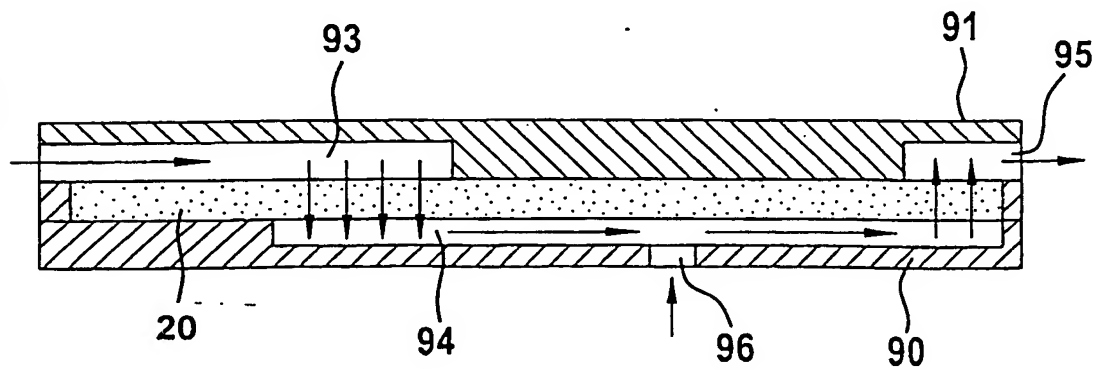


Fig. 3



GEAENDERTES BLATT



2/4

Fig. 4

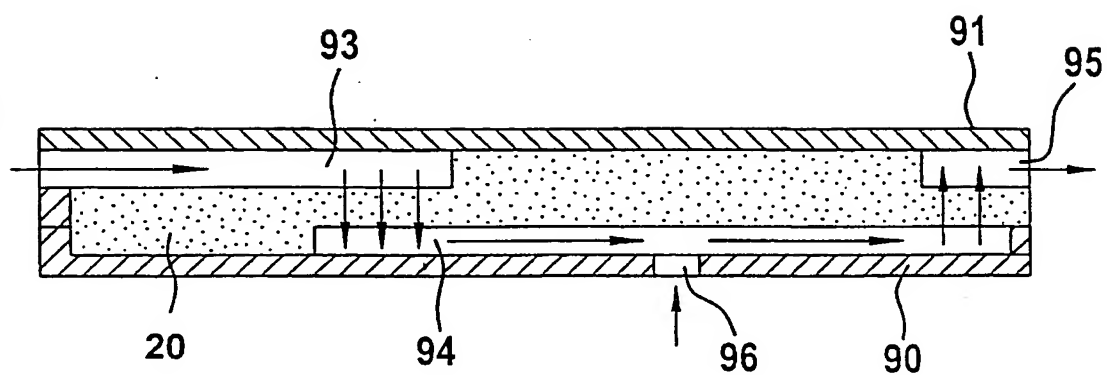
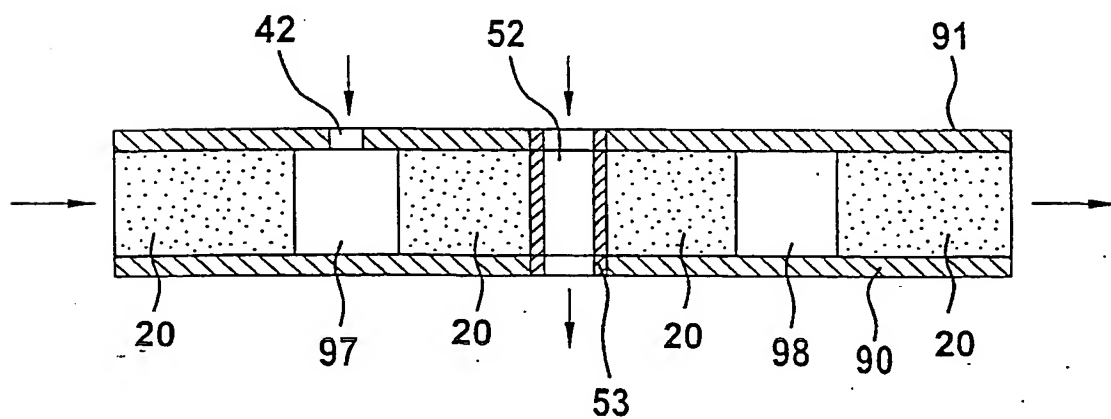


Fig. 5



3/4

Fig. 6

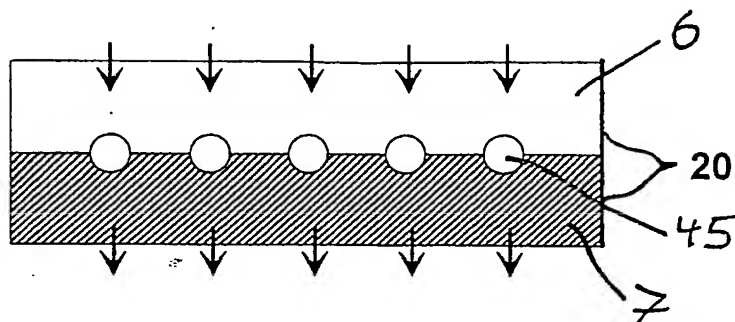


Fig. 7

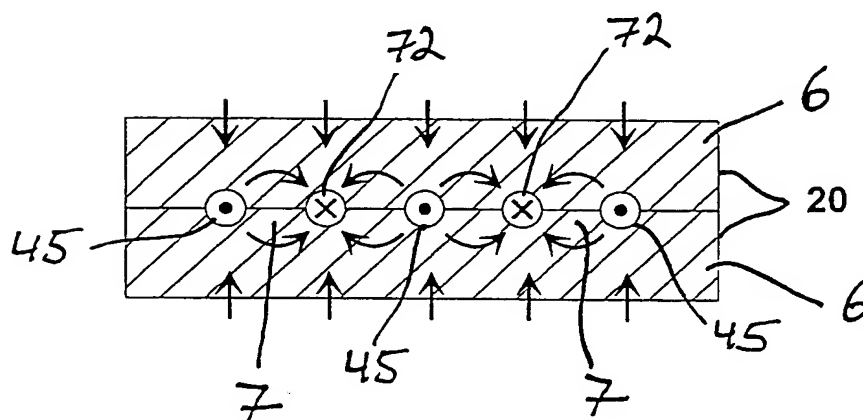


Fig. 8

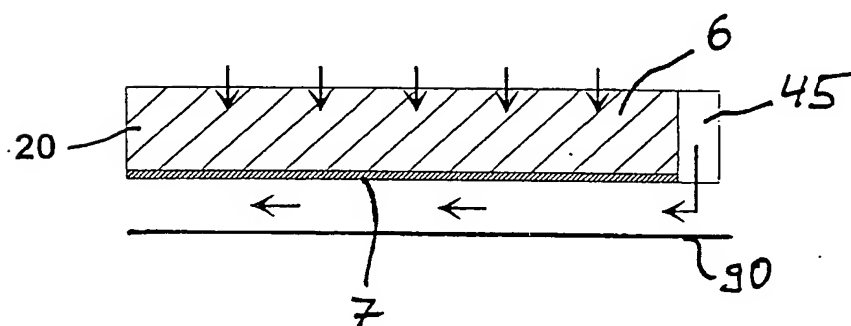
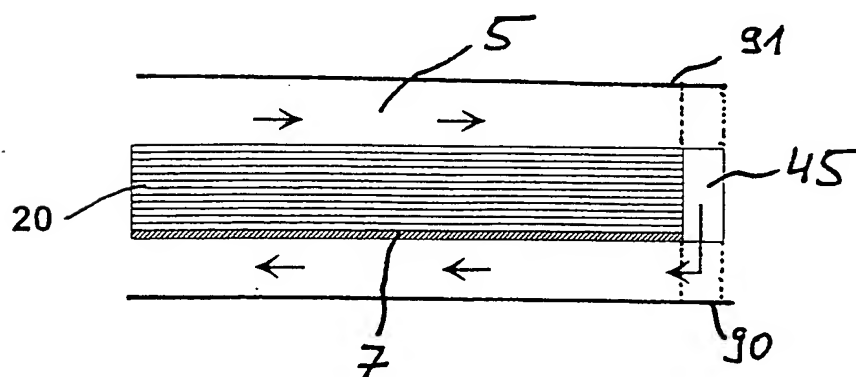


Fig. 9





PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
 in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 22 May 2001 (22.05.01)	Applicant's or agent's file reference P032459/WO/1
International application No. PCT/EP00/08956	Priority date (day/month/year) 15 September 1999 (15.09.99)
International filing date (day/month/year) 14 September 2000 (14.09.00)	
Applicant EBERT, Andreas et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
 06 March 2001 (06.03.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Juan Cruz Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. März 2001 (22.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/19726 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C01B 3/38

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/08956

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. September 2000 (14.09.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 44 187.1 15. September 1999 (15.09.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): XCELLSIS GMBH [DE/DE]; Neue Strasse 95,
73230 Kirchheim/Teck-Nabern (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EBERT, Andreas
[DE/DE]; Paradiesstrasse 34, 73021 Kirchheim/Teck
(DE); HASSETT, Alexandra [DE/DE]; Uhlandstrasse
15, 73117 Wangen (DE); HEUSER, Ralf [DE/DE];
Margarethe-von-Wrangell-Weg 38, D-89075 Ulm (DE).
LAMLA, Oskar [DE/DE]; Fabrikstrasse 5, 73266
Bissingen a. d. Teck (DE); PORTSCHER, Markus 2
[DE/DE]; Keplerstrasse 11, 73235 Weilheim/Teck (DE).
3 SCHÜSSLER, Martin [DE/DE]; Hämpergasse 18,
89073 Ulm (DE); STEFANOVSKI, Tomas [DE/DE];
Albert-Schweitzer-Strasse 39, 71034 Böblingen (DE).

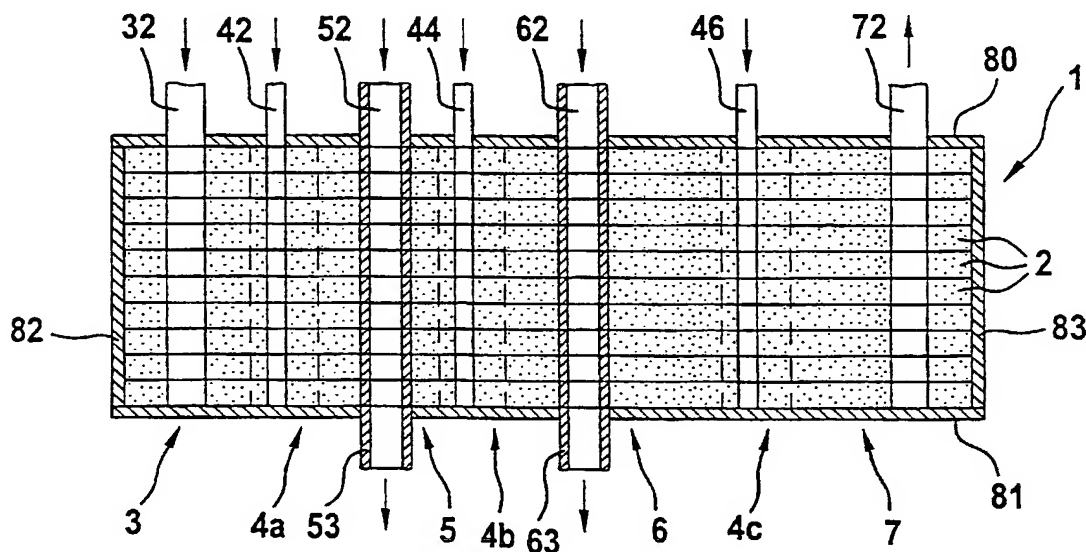
(74) Anwälte: KOCHER, Klaus-Peter usw.; DaimlerChrysler
AG, Intellectual Property Management, FTP - C 106,
70546 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GAS PRODUCING SYSTEM

(54) Bezeichnung: GASERZEUGUNGSSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a device for producing a hydrogen-rich gas from a liquid, hydrogen-containing fuel by reforming reaction. The inventive device is provided with feed conduits for feeding educts and with discharge conduits for removing the reformed product, with at least one component for evaporating liquid educts, with at least one component for reformation, with at least one component for catalytically generating thermal energy and with at least one component for reducing the carbon monoxide content in the reformed product. At least two of the components are arranged on a common plate that consists of a porous layer produced by compressing a catalyst material. The reaction educts flow across and/or through said layer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/19726 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases aus einem flüssigen, wasserstoffhaltigen Kraftstoff durch eine Reformierungsreaktion mit Zuleitungen zur Zufuhr von Edukten und mit Ableitungen zur Abfuhr des Reformates, mit mindestens einer Komponente zur Verdampfung flüssiger Edukte, mit mindestens einer Komponente zum Reformieren, mit mindestens einer Komponente zur katalytischen Erzeugung von thermischer Energie und mit mindestens einer Komponente zur Reduzierung des Kohlenmonoxidanteils im Reformat, wobei zumindest zwei der Komponenten auf einer gemeinsamen Platte angeordnet sind, die aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht besteht, wobei die Reaktionsedukte die Schicht überströmen und/oder durchströmen.

Gaserzeugungssystem

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases aus einem flüssigen, wasserstoffhaltigen Kraftstoff durch eine Reformierungsreaktion gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der EP 861 802 A2 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt, bei der sämtliche Funktionen eines herkömmlichen Gaserzeugungssystems in einen sogenannten Stapelreaktor integriert sind. Für jede Funktion, daß heißt für Eduktvorwärmung, Verdampfung, Reformierung, Shiftreaktion, Kohlenmonoxidentfernung und katalytischer Brenner sind einzelne plattenförmige Stufen vorgesehen, die zu einem Reaktor aufeinander gestapelt sind. In den Platten sind Öffnungen vorgesehen, die beim Aufeinanderstapeln Kanäle zur Führung der Fluide in dem Reaktor ausbilden. Zwischen den einzelnen Stufen findet ein Wärmeaustausch statt. Zusätzlich sind spezielle Platten für den Wärmeaustausch vorgesehen.

Weiterhin ist aus der DE 197 43 673 A1 bekannt, zur Wasserstoffherzeugung aus Kohlenwasserstoffen einen Katalysator zu verwenden, der durch Verpressen mindestens eines Katalysatorpulvers in einen Formkörper bildende und stark komprimierte Schicht hergestellt ist, wobei das Reaktionsgemisch unter Druckabfall durch die Katalysatorschicht hindurchpreßbar ist. Aus der DE 19847987 A1 beziehungsweise DE 19832625 A1 ist außerdem ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Katalysatorformkörpers beziehungsweise ein Verfahren zur Herstellung eines Stapelreaktors aus solchen Katalysatorformkörpern bekannt.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine hinsichtlich Masse, Volumen, Dynamik und thermischer Beanspruchung verbesserte Vorrichtung zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch die Integration mehrerer oder gegebenenfalls aller Komponenten auf einer gemeinsamen Platte ist es möglich, eine weitere Verbesserung hinsichtlich Masse und Volumen zu erreichen. Außerdem werden Leitungssysteme zur Verbindung der einzelnen Komponenten weitgehend überflüssig, was außerdem die vorhandenen Toträume verringert und damit zur verbesserten Dynamik des Gesamtsystems beiträgt.

Insbesondere beim Einsatz in mobilen Anwendungen werden hierfür hohe Anforderungen gestellt. Auch hinsichtlich der Kaltstarteigenschaften ist die weitere Integration vorteilhaft, weil dadurch die Wärmekapazität der aufzuheizenden Massen verringert und so die Kaltstartfähigkeit verbessert wird.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor. Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Prinzipzeichnung näher beschrieben, wobei

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit einer durchströmten Katalysatorschicht, wobei alle Komponenten in eine Platte integriert sind,
- Fig. 2 einen Schnitt durch einen Plattenstapel mit Platten gemäß Fig. 1 entlang der Linie I-I,
- Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit teilweiser Über- und

Durchströmung der porösen Schicht teilweise im Schnitt,

Fig. 4 eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3,

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit teilweiser Belegung mit einer porösen Schicht im Schnitt,

Fig. 6 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit einer porösen Schicht für die Integration von Reformierung und selektiver Oxidation im Schnitt,

Fig. 7 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit einer porösen Schicht für die Integration von Reformierung und selektiver Oxidation im Schnitt,

Fig. 8 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit einer porösen Schicht für die Integration von Reformierung und selektiver Oxidation im Schnitt,

Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit einer porösen Schicht für die Integration von Verdampfung und selektiver Oxidation im Schnitt, und

Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Platte mit einer porösen Schicht für die Integration von Verdampfung, Reformierung und selektiver Oxidation im Schnitt zeigt.

Die insgesamt mit 1 bezeichnete Vorrichtung zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases gemäß den Fig. 1 und 2 besteht aus mehreren aufeinandergestapelten Platten 2, wie

sie in den Fig. 1 und 2 jeweils als Prinzipbild dargestellt sind. In diesem Ausführungsbeispiel besteht die Platte 2 vollständig aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht, die von den beteiligten Medien unter Druckabfall durchströmt wird. Die Platten 2 umfassen jeweils mehrere Komponenten 3-7, die in der Zeichnung schematisch durch gestrichelte Linien voneinander getrennt sind. In Wirklichkeit können die Bereiche auch fließend ineinander übergehen.

Die Komponente 3 dient zur Zuführung von Reaktionsedukten, beispielsweise von flüssigem Wasser und Luft. Hierzu sind im Zuführbereich 3 in der Platte 2 zwei Öffnungen 31 vorgesehen. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 31 zwei in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 32. Aus diesen Zuführkanälen 32 strömt das zugeführte Wasser/Luft-Gemisch im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht der Platte 2. An den Zuführbereich 3 grenzt ein erster Mischbereich 4a an, in dessen Bereich ein Vielzahl von Öffnungen 41 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 41 dienen im Ausführungsbeispiel zur Zufuhr eines flüssigen Brennmittels, beispielsweise Methanol. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 41 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 42. Aus diesen Zuführkanälen 42 strömt das zugeführte Brennmittel ebenfalls im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht der Platte 2 und mischt sich dort mit dem Wasser/Luft-Gemisch. Aus diesem Grund wird dieser Bereich als Mischbereich 4a bezeichnet. Sollte in diesem Bereich bereits eine ausreichende Temperatur herrschen, so ist es auch möglich, daß die in dem Eduktgasstrom enthaltende Luft bereits im ersten Mischbereich 4a mit dem zugeführten Brennmittel reagiert und dabei thermische Energie freisetzt. Aus diesem Grunde sind die eingezeichneten Grenzen zwischen den Bereichen nur zur Veranschaulichung dargestellt, wie bereits weiter oben ausgeführt.

An diesen ersten Mischbereich 4a grenzt ein Verdampfungsbereich 5 an, in dessen Bereich wiederum mehrere Öffnungen 51 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 51 dienen im Ausführungsbeispiel zur Temperierung des Verdampfungsbereichs 5. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 51 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Heizkanäle 52. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Kanälen 32 und 42 stehen die Heizkanäle 52 nicht in Strömungsverbindung mit der porösen Schicht 2. Vielmehr sind diese Heizkanäle über eine Wandung 53 gasdicht gegen die poröse Schicht 2 abgedichtet, so daß kein Fluidaustausch zwischen den Heizkanälen 52 und der porösen Schicht 2 erfolgt. Das durch die Heizkanäle 52 geführte Heizfluid dient somit ausschließlich zur Beheizung des Verdampfungsbereichs 5. Die Abdichtung kann auf beliebige Art und Weise erfolgen. Beispielsweise kann eine Randabdichtung 53 durch eine höhere Preßkraft auf das Ausgangsmaterial in diesem Bereich hergestellt werden. Es ist ebenfalls möglich, spezielle Materialien in diesen Bereich einzubringen, die dann während des Herstellverfahrens oder im Betrieb eine gasdichte Randabdichtung 53 ausbilden. Weiterhin wäre es möglich, ein gasdichtes Rohr oder ähnliches in die Heizkanäle 52 einzubringen. Selbstverständlich sind auch beliebige andere Randabdichtungen einsetzbar.

Die Zufuhr von thermischer Energie zum Verdampfungsbereich 5 kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß ein heißes Medium, beispielsweise ein Thermoöl, durch die Heizkanäle 52 geführt wird, welches beim Durchströmen einen Teil seiner thermischen Energie auf die angrenzende Schicht 2 überträgt. Es ist jedoch ebenfalls möglich, die thermische Energie katalytisch innerhalb der Heizkanäle 52 zu erzeugen. Hierzu sind die Heizkanäle 52 in beliebiger Form, beispielsweise in Form einer Schüttung oder einer Beschichtung, mit einem Katalysatormaterial versehen. Durch die Heizkanäle strömt dann ein Brennmittel/Luft-Gemisch, welches zur Erzeugung der thermischen Energie an dem

Katalysator exotherm umgesetzt wird. Sollte das bei der Umsetzung entstehende Abgas keine störende Komponenten enthalten, so ist es auch denkbar, auf die Randabdichtung zu verdichten, so daß das Abgas in den durch die poröse Schicht 2 strömenden Gasstrom abgegeben wird.

An den Verdampfungsbereich 5 grenzt ein zweiter Mischbereich 4b an, in dessen Bereich wiederum mehrere Öffnungen 43 vorgesehen sind. Diese Öffnungen 43 dienen im Ausführungsbeispiel zur Zufuhr weiterer Luft. Beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten 2 bilden die Öffnungen 43 mehrere in Stapelrichtung verlaufende Zuführkanäle 44. Aus diesen Zuführkanälen 44 strömt die zugeführte Luft im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung in die poröse Schicht der Platte 2 und mischt sich dort mit dem verdampften Wasser/Brennmittel/Luft-Gemisch. Diese zusätzliche Luft wird im angrenzenden Reformierungsbereich 6 für die sogenannte autotherme Reformierung benötigt. Bei dieser bekannten Reaktion wird Brennmittel, Wasser und Sauerstoff im wesentlichen zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt. Zusätzlich ist im Reformat jedoch auch ein geringer Anteil an Kohlenmonoxid enthalten.

Im Reformierungsbereich 6 können analog zum Verdampfungsbereich Öffnungen 61 zur Ausbildung von weiteren Heizkanälen 62 mit Randabdichtungen 63 vorgesehen sein. Der Aufbau und die Funktion entspricht dem oben beschriebenen. An den Reformierungsbereich 6 grenzt ein dritter Mischbereich 4c mit Öffnungen 45 und Kanälen 46, wie er bereits weiter oben anhand des zweiten Mischbereichs 4b beschrieben wurde, zur Zufuhr weiterer Luft an. Diese zusätzliche Luft wird im angrenzenden CO-Oxidationsbereich 7 zur selektiven katalytischen Oxidation des im Reformat enthaltenen Kohlenmonoxids benötigt. Diese Reaktion wird ebenfalls seit langem zur Reinigung des Reformates benutzt und wird daher nicht weiter beschrieben. Im CO-Oxidationsbereich 7 sind schließlich zwei Öffnungen 71 zur

Ausbildung von Abführkanälen 72 vorgesehen. Über diese Abführkanäle 72 wird das Reaktionsprodukt anschließend aus der Vorrichtung 1 abgeführt.

Obwohl bisher jeweils von Luft gesprochen wurde ist für den Fachmann offensichtlich, daß als Luft neben der normalen Umgebungsluft auch im Sauerstoffgehalt angereicherte Luft oder gas reiner Sauerstoff verwendet werden kann. Weiterhin soll darauf hingewiesen werden, daß die Position und Anzahl der Öffnungen 31, 41, 43, 45, 51, 61, 71 nur exemplarisch dargestellt sind und jederzeit den Gegebenheiten angepaßt werden kann.

Insgesamt wird in diesem Ausführungsbeispiel also die poröse Schicht 2 in der Zeichnungsebene von linke nach rechts unter Druckabfall durchströmt. Zusätzlich werden über die Kanäle 41, 43, 45 zusätzliche Fluide entlang des Gasströmungsweg in die poröse Schicht 2 und somit in den Gasstrom eingebracht. Die gezeigte Ausführungsform, bei der alle Komponenten des Gaserzeugungssystems in eine einzige Platte 2 integriert sind, die kompakteste Realisierung dar. Es ist jedoch innerhalb der Erfindung auch möglich, nur ein Teil der Komponenten in eine gemeinsame Platte 2 zu integrieren. Üblicherweise wird der Stapel aus Platten 2 auf beiden Seiten durch Endplatten 80, 81 abgeschlossen. Weiterhin ist der Plattenstapel seitlich durch Gehäusewände 82, 83 gegen die Umgebung abgedichtet. Die Randabdichtung kann aber auch direkt in die poröse Schicht 2 integriert werden, wie es weiter oben bereits im Zusammenhang mit den Randabdichtungen 53, 63 in den Heizkanälen 52, 62 beschrieben wurde. Die Zuführung aller Fluide erfolgt in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ausschließlich über schematisch dargestellte Zuführungen in der oberen Endplatte 80. Die Abführung für das Reformat ist ebenfalls in der oberen Endplatte 80 integriert. Lediglich die Abführungen für die Heizkanäle 52, 62 ist in die untere Endplatte 81 integriert. Selbstverständlich liegt es im fachmännischen Können eines Fachmannes, die Zu-

beziehungsweise Abführungen an anderen geeigneten Stellen vorzusehen. Insbesondere ist auch ein Zu- beziehungsweise Abführung durch die Gehäusewände 82, 83 möglich. Außerdem können mehrere Kanäle innerhalb der Endplatten 80, 81 zusammengeführt werden.

Die Schicht 2 wird vorzugsweise durch Verpressen von Katalysatormaterial in eine dünne und großflächige, stark komprimierte Schicht gebildet. Als Katalysatormaterial wird ein feinkörniges Katalysatorpulver oder -granulat verwendet, dessen Körner einen Durchmesser von ca. 0,5 mm oder kleiner haben. Das Verpressen erfolgt beispielsweise bei Temperaturen von ca. 200° bis 500°C.

Die poröse Schicht 2 wird von den Fluiden unter Druckbeaufschlagung durchströmt. Beim Durchströmen der porösen Schicht 2 erfährt das Reaktionsgemisch einen Druckabfall Δp von ca. 100 mbar und mehr (beispielsweise 1 bis 4 bar). Um dem Katalysatormaterial eine bessere mechanische Stabilität und/oder verbesserte Wärmeleitung zu verleihen, wird das Katalysatormaterial in eine Trägerstruktur verpreßt. Bei dieser Trägerstruktur handelt es sich um eine netzartige Matrix, die vorzugsweise durch Vermischen des mindestens einen Katalysatorpulvers mit dendritischem Kupfer in Pulverform und Verpressen dieses Gemisches erhalten wird. Beim Verpressen bildet das dendritische Kupfer eine netzartige Matrixstruktur, in welche die Katalysatorkörner "eingebaut" sind. Das dendritische Kupferpulver läßt sich auch bei einem relativ geringen Massenanteil des Kupferpulvers zur Gesamtmasse der Schicht leicht zu einem Netz zusammenpressen bzw. versintern, hat eine große Oberfläche und ist selber katalytisch aktiv. Durch die Verwendung von dendritischem Kupferpulver wird deshalb ein stabilisierendes, fixierendes und wärmeverteilendes Netz im Mikrometer-Bereich erhalten. Die Schicht 2 weist eine relativ große Fläche von beispielsweise 100 cm² auf. Um eine kompaktere Bauweise zu erreichen, wird das von dem Reaktionsgemisch zu durchfließende Katalysatorvolumen auf

mehrere Schichten aufgeteilt, die jedoch nicht nebeneinander, sondern hintereinander, aber parallel geschaltet angeordnet sind.

Zur Herstellung eines Stapelkörpers werden mehrere aus porösem Katalysatormaterial gepreßte Scheiben aufeinandergestapelt und gemeinsam unter Druckbeaufschlagung gesintert. Ein solches bevorzugtes Herstellungsverfahren ist in der DE 198 32 625 A1 der Anmelderin offenbart.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist zusätzlich zu der porösen Schicht 2 eine Grundplatte 90 vorgesehen. Die obere Grundplatte 91 dieser Prinzipdarstellung gehört eigentlich zur nächsten Schicht einer Stapelanordnung und ist nur zur Verdeutlichung eingezeichnet. Hierbei ist die poröse Schicht 2 als durchgehende Schicht konstanter Dicke ausgeführt. Die Grundplatten 90, 91 weisen dagegen in Teilbereichen Ausnehmungen 93 bis 95 auf. Durch diese Ausnehmungen 93 bis 95 wird eine teilweise Über- und Durchströmung der porösen Schicht 2 realisiert. Über eine nicht dargestellt Zuführung oder einen entsprechenden Kanal wird das Fluid in die Ausnehmung 93 geführt und überströmt dabei die benachbarte Schicht 2. An der Begrenzung der Ausnehmung 93 ist das Fluid gezwungen, die poröse Schicht 2 zu Durchströmen um in die gegenüberliegende Ausnehmung 94 zu gelangen. In dem Bereich dieser Ausnehmung 94 ist eine Öffnung 96 zur Zufuhr eines weiteren Fluids vorgesehen. Wiederum an der Begrenzung der Ausnehmung 94 ist das Fluidgemisch gezwungen, die poröse Schicht 2 erneut, jetzt aber in entgegengesetzter Richtung zu Durchströmen, ehe es über die Ausnehmung 95 an eine nicht dargestellte Abführung oder einen entsprechenden Kanal abgegeben wird. Innerhalb dieses Fluidströmungsweges ist es analog zum Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 2 möglich, mehrere Komponenten zu integrieren. Eine Aufteilung in unterschiedliche Bereiche ist hier zur Vereinfachung nicht eingezeichnet. Neben der einen dargestellten Öffnung 96 ist

es selbstverständlich auch hier möglich, bei Bedarf weitere Öffnungen beziehungsweise Kanäle zur Zufuhr von Fluiden beziehungsweise Temperierung der Bereiche vorzusehen.

Die Ausnehmungen 93 bis 95 können durch flächiges Abtragen von Material aus den Grundplatten 90, 91 ausgebildet werden. Gegebenenfalls können in die entstehenden Räume Strömungsleitstrukturen eingebracht werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Kanalstrukturen in die Grundplatten 90, 91 einzubringen. Das Fluid wird hierbei durch die eigentlichen Kanäle geführt, während sich die poröse Schicht 2 an den Kanalwänden abstützen kann. Dies führt zu einer besseren Stabilität der Vorrichtung.

In Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3 kann, wie in Fig. 4 gezeigt, bei den Grundplatten 90, 91 auf Ausnehmungen verzichtet werden. Im Gegenzug werden in die poröse Schicht 2 entsprechende Ausnehmungen 93 bis 95 oder Kanalstrukturen eingebracht. Die Funktion entspricht der des vorherigen Ausführungsbeispiels. Die Kanalstrukturen können beispielsweise durch Einpressen oder mittels Methoden der Mikromechanik, beispielsweise durch Ätzen, in die Grundplatten 90, 91 beziehungsweise in die poröse Schicht 2 eingebracht werden.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 sind ebenfalls Grundplatten 90, 91 vorgesehen. In diesem Fall sind diese Grundplatten 90, 91 jedoch nur teilweise mit einer porösen Schicht 2 belegt. Zwischen solchen Teilschichten 2 können Bereiche 97, 98 ohne poröse Schicht 2 vorgesehen sein. Diese Bereiche 97, 98 können als Misch- oder Reaktionsraum eingesetzt werden. Zur Verdeutlichung des Prinzips ist außerdem ein Zuführkanal 42 und ein Heizkanal 52 mit zugehörigen Wandung 53 eingezeichnet. Auch in diesem Fall ist es selbstverständlich möglich, bei Bedarf weitere Öffnungen beziehungsweise Kanäle zur Zufuhr von Fluiden beziehungsweise Temperierung der Bereiche vorzusehen.

Neben den explizit dargestellten Ausführungsbeispielen ist es auch möglich, die Lehren dieser unterschiedlichen Varianten miteinander zu kombinieren. Zur Erweiterung der Funktionalität ist es außerdem möglich, die Kanäle zur selektiven Zu- beziehungsweise Abfuhr von Fluiden in beziehungsweise aus dem Gasstrom einzusetzen. Hierzu kann die Wandung eines oder mehrerer Kanäle mit einem entsprechend selektiven Material versehen werden. Beispielsweise ist es möglich, Wasserstoff aus einem Gasgemischsstrom mit Hilfe einer Palladiumfolie abzutrennen. Entsprechend ist es möglich, Sauerstoff aus der Umgebungsluft selektiv in den Gasstrom einzubringen.

Verschiedene Ausführungsformen, wie man einzelne Komponenten in eine solche gemeinsame Platte 2 integriert, die zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht besteht, zeigen die Fig. 6 bis 10.

Fig. 6 zeigt ein Segment einer solchen Platte 2, bestehend aus zwei porösen, katalytisch wirksamen Schichten. Die erste als Reformierungsbereich 6 ausgebildete Schicht dient zur Umsetzung der Edukte. In der zweiten, als CO-Oxidationsbereich 7 ausgebildeten Schicht wird mittels eines zusätzlich dosierten Oxidationsmittels, vorzugsweise Luft, das im Abgas des Reformierungsbereichs 6 enthaltene Kohlenmonoxid selektiv katalytisch oxidiert. Hierbei durchströmen die Edukte, die unter Umständen auch Luft enthalten können, die beiden Schichten 6, 7 im wesentlich senkrecht zu ihrer Längserstreckung, wobei zwischen den beiden Schichten 6, 7 eine zusätzliche Luftdosierung für den CO-Oxidationsbereich 7 über Kanäle 45 erfolgt.

Fig. 7 zeigt ebenfalls ein Segment einer solchen Platte 2, bestehend aus zwei porösen, katalytisch wirksamen Schichten, in die alternierend Kanäle 72, 45 für die Produktabfuhr beziehungsweise für eine zusätzliche Luftdosierung integriert sind. Die beiden Schichten 6 sind

jeweils als Reformierungsbereich 6 ausgebildet. In der Grenzschicht zwischen den beiden Reformierungsbereichen 6 wird mittels des zusätzlich dosierten Oxidationsmittels, vorzugsweise Luft, das im Abgas der Reformierung enthaltene Kohlenmonoxid selektiv katalytisch oxidiert. Der als CO-Oxidationsbereich ausgebildete Bereich zwischen den beiden Kanälen 72, 45 dient daher zur selektiven katalytischen Oxidation des Kohlenmonoxids. Bei dieser Anordnung durchströmen die Edukte, die unter Umständen auch Luft enthalten können, die beiden Reformierungsbereiche 6 im wesentlich von Außen nach Innen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Integration eines Reformierungsbereichs 6 und einer CO-Oxidationseinheit 7 in einer Platte 2 zeigt Fig. 8. Hierbei wird im Reformierungsbereich 6 die Schicht wiederum von den Edukten durchströmt, während im CO-Oxidationsbereich 7 die Schicht von dem Abgas der Reformierung überströmt wird. Die für die selektive katalytische Oxidation benötigte Luft wird über einen Kanal 45 zugeführt. Weiterhin ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Grundplatte 90 zur Ausbildung eines Abführkanals vorgesehen. In dem Abführkanal mischt sich die Luft mit dem Abgas der Reformierung, so daß es beim Überströmen der Platte 2 zur selektiven katalytischen Oxidation kommt.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 9 zeigt die Kombination eines Verdampfungsbereichs 5 und eines CO-Oxidationsbereichs 7 in einer gemeinsamen Platte 2, wobei beide Seiten der Platte 2 von den jeweiligen Medien überströmt werden. Zusätzlich sind noch eine Grundplatten 90, 91 zur Ausbildung von Zu- beziehungsweise Abführkanälen vorgesehen. Durch den Abführkanal wird ein kohlenmonoxidhaltiges Produktgas geführt, dem über einen Kanal 45 Luft zugeführt wird. Dieses Gasgemisch wird dann im CO-Oxidationsbereich 7 beim Überströmen der Schicht selektiv katalytisch oxidiert. Diese Oxidation verläuft exotherm, so daß thermische Energie über die Platte 2 auf

die gegenüberliegende Schicht übertragen wird. Im dortigen Verdampfungsbereich 5 nehmen die flüssigen Edukte diese thermische Energie auf und werden dabei verdampft.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10 zeigt schließlich die Kombination eines Verdampfungsbereichs 5, eines Reformierungsbereichs 6 und eines CO-Oxidationsbereichs 7 in einer gemeinsamen Platte 2, wobei die Platte 2 im Verdampfungs- und CO-Oxidationsbereich 5, 7 von den jeweiligen Medien überströmt werden, während die Platte 2 im Reformierungsbereich 6 durchströmt wird. Zusätzlich sind noch Grundplatten 90, 91 zur Ausbildung von Zu- beziehungsweise Abführkanälen vorgesehen. Durch den Abführkanal wird wiederum ein aus dem Reformierungsbereich 6 stammendes kohlenmonoxidhaltiges Produktgas geführt, dem über einen Kanal 45 Luft zugeführt wird. Dieses Gasgemisch wird dann im CO-Oxidationsbereich 7 beim Überströmen der Schicht selektiv katalytisch oxidiert. Diese Oxidation verläuft exotherm, so daß wiederum thermische Energie über die Platte 2 auf die gegenüberliegende Schicht übertragen wird. Im dortigen Verdampfungsbereich 5 nehmen die flüssigen Edukte diese thermische Energie auf und werden dabei verdampft und anschließend dem Reformierungsbereich 6 zugeführt. Die Zufuhr der flüssigen Edukte in den Verdampfungsbereich 5 erfolgt über einen Kanal 31, welcher sich senkrecht zur Plattenebene durch die Platte 2 erstreckt.

Aus diesen Ausführungsbeispielen 6 bis 10 wird das Prinzip ersichtlich, wie die Anordnung gemäß den Fig. 1 bis 5 ausgeführt werden kann, um die verschiedenen Verschaltungen mehrerer der Komponenten 3-7 in einer einzigen Platte 2 zu realisieren. Hierbei können selbstverständlich mehrere der Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 6 bis 10 kombiniert und in eine einzige Platte 2 integriert werden.

Selbstverständlich weisen solche Vorrichtungen im Allgemeinen zusätzlich auch noch Gehäusewände und Endplatten, sowie eventuell weitere Komponenten auf. Auf

die Darstellung von Details wurde jedoch zur Vereinfachung und zur Verdeutlichung des Verschaltungsprinzips verzichtet. Die Ausbildung der Kanäle kann wie bereits oben erläutert auf unterschiedliche Art und Weise realisiert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases aus einem flüssigen, wasserstoffhaltigen Kraftstoff durch eine Reformierungsreaktion mit Zuleitungen zur Zufuhr von Edukten und mit Ableitungen zur Abfuhr des Reformates, mit mindestens einer Komponente zur Verdampfung flüssiger Edukte, mit mindestens einer Komponente zum Reformieren, mit mindestens einer Komponente zur katalytischen Erzeugung von thermischer Energie und mit mindestens einer Komponente zur Reduzierung des Kohlenmonoxidanteils im Reformat, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zumindest zwei der Komponenten (3 bis 7) auf einer gemeinsamen Platte (2) angeordnet sind, die zumindest teilweise aus einer porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht besteht, wobei die Reaktionsedukte die Schicht (2) überströmen und/oder durchströmen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß alle Komponenten (3 bis 7) auf einer gemeinsamen Platte (2) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Platte durchgehend aus der porösen, durch Verpressen von Katalysatormaterial gebildeten Schicht (2) gebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die poröse Schicht (2) gasundurchlässige Bereiche aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Platte eine durchgehende Grundplatte (90, 91) aufweist, die in Teilbereichen eine poröse Schicht (2) aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß in der mit dem Gasstrom in Kontakt stehenden Oberfläche der Platte (2) strömungsführende Strukturen (93 bis 95) eingebracht sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß mehrere Platten (2) aufeinandergestapelt sind, wobei die Zuführungen und Abführungen durch Kanäle (32, 72) gebildet sind, die sich beim Stapeln der Platten (2) durch Öffnungen (31, 71) in den Platten (2) ausbilden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß weitere Zuführungen (42, 44, 46) vorgesehen sind, die im Verlauf des Über- beziehungsweise Durchströmens der Platten (2) in den Gasströmungsweg münden.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß unabhängig von der Eduktgasströmung verlaufende Kanäle (52, 62) zur Temperierung vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß in den Kanälen (52, 62) ein Wärmeträgermedium geführt ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Kanälen (52, 62) ein Reaktionsgemisch geführt
und zur Erzeugung thermischer Energie katalytisch umsetzbar
ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß Kanäle (32, 42, 44, 46, 52, 62, 72) vorgesehen sind,
die mit dem Eduktgasstrom über eine Membran zur selektiven
Zu- oder Abführung eines Fluids in Strömungsverbindung
stehen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die poröse Schicht (2) durch Verpressen des
Katalysatormaterials mit einer netzartigen Trägerstruktur
aus Kupfer gebildet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die netzartige Trägerstruktur aus dendritischem Kupfer
ist.



Fig. 1

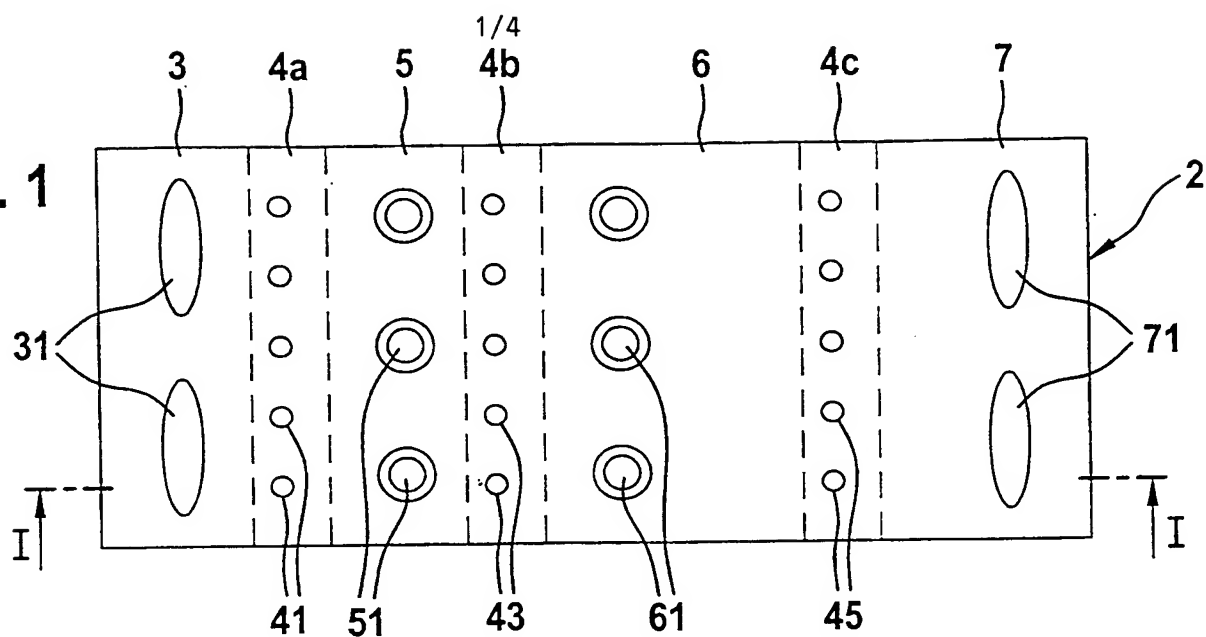


Fig. 2

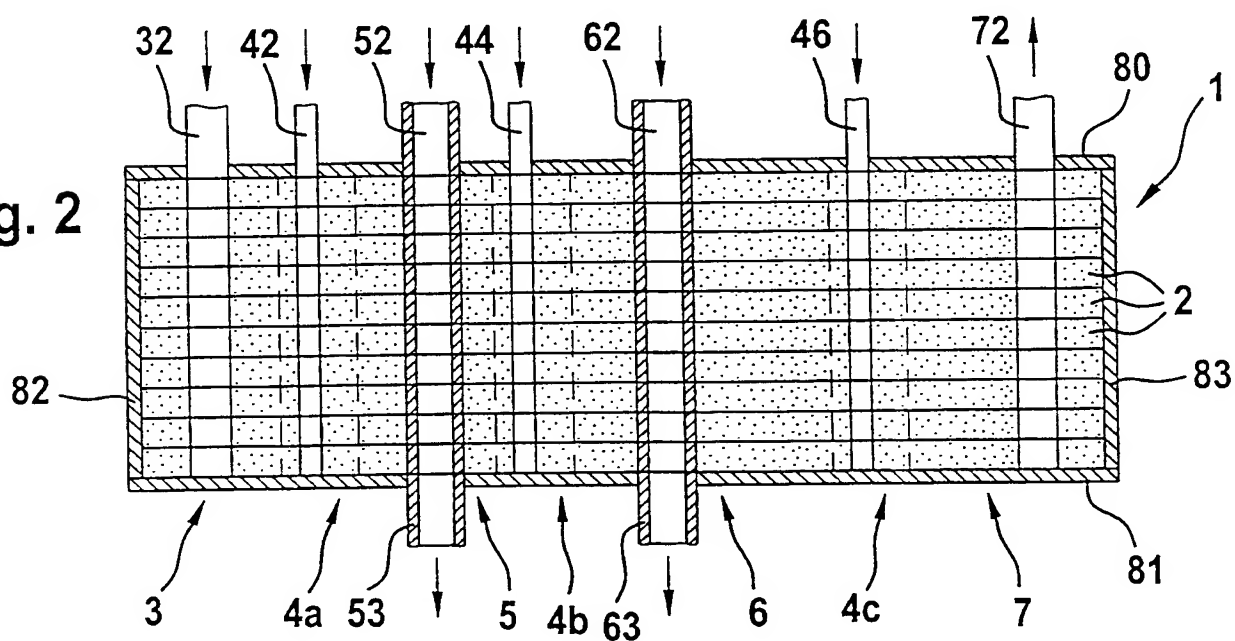


Fig. 3

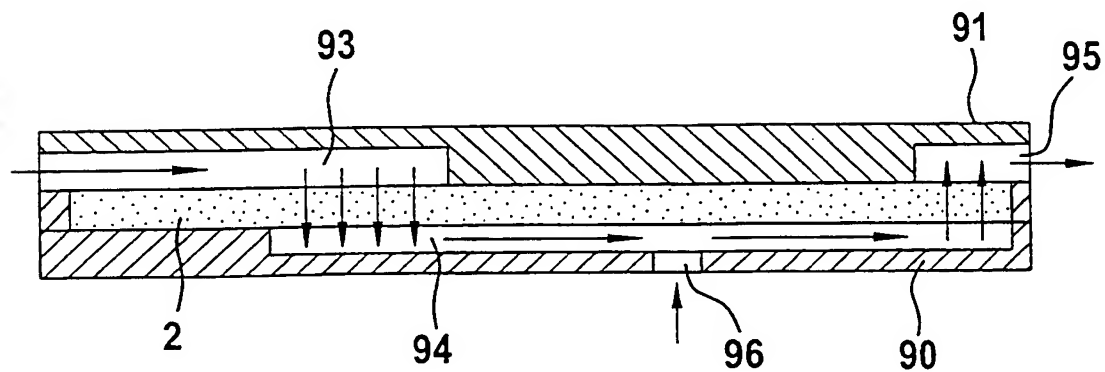




Fig. 4

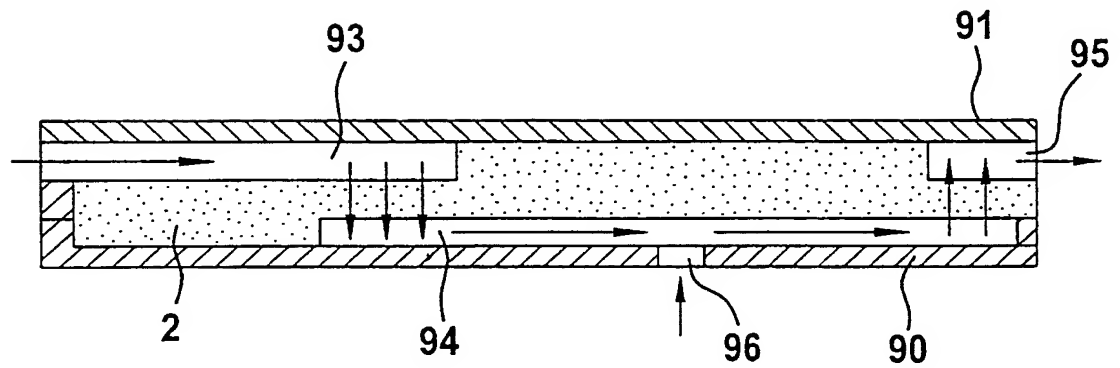
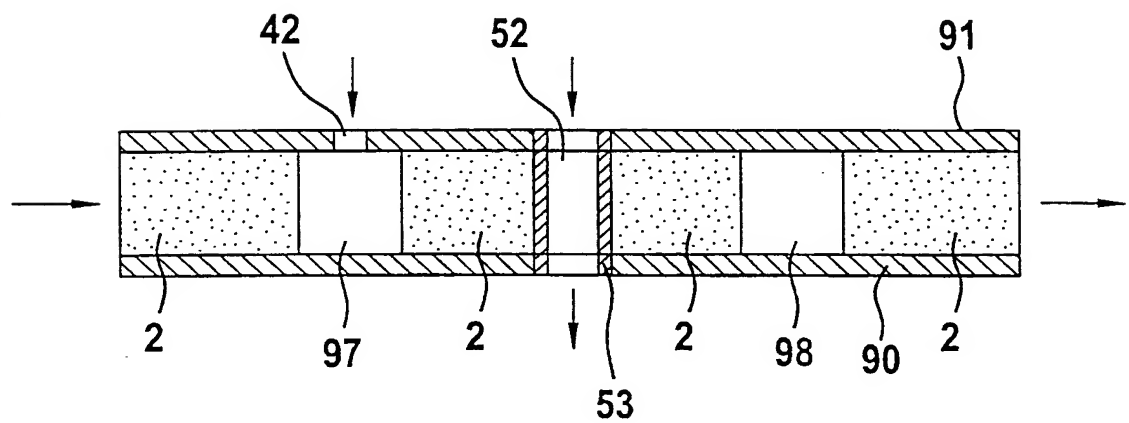


Fig. 5





4

6

7

8

Fig. 6

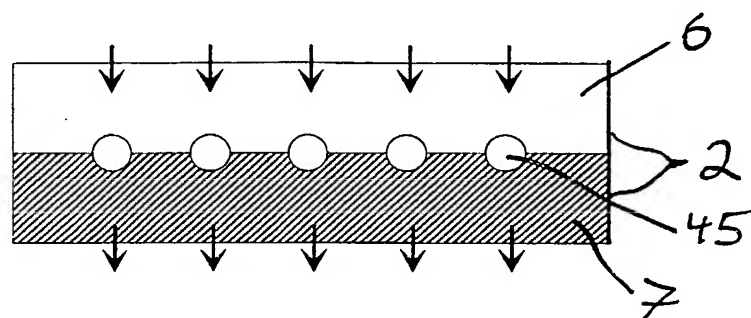


Fig. 7

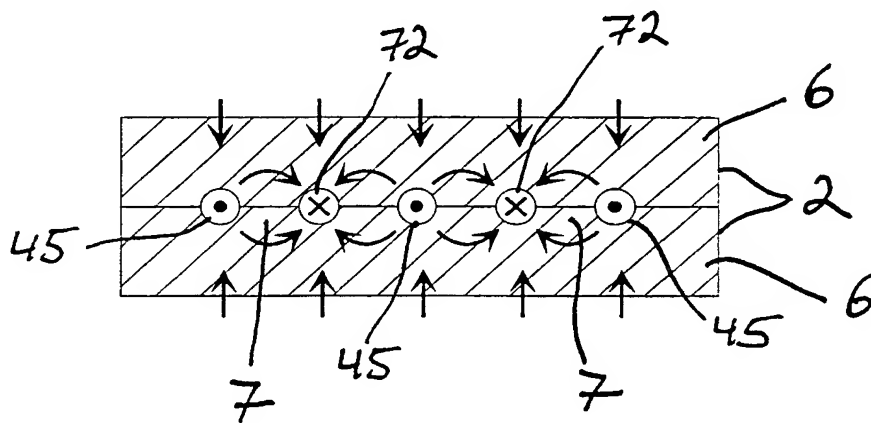


Fig. 8

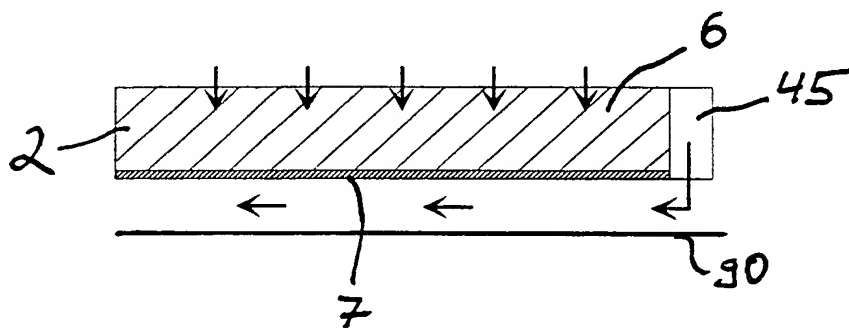


Fig. 9

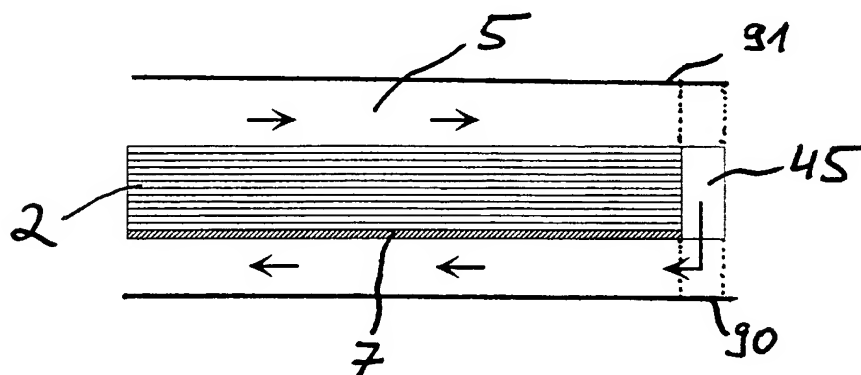
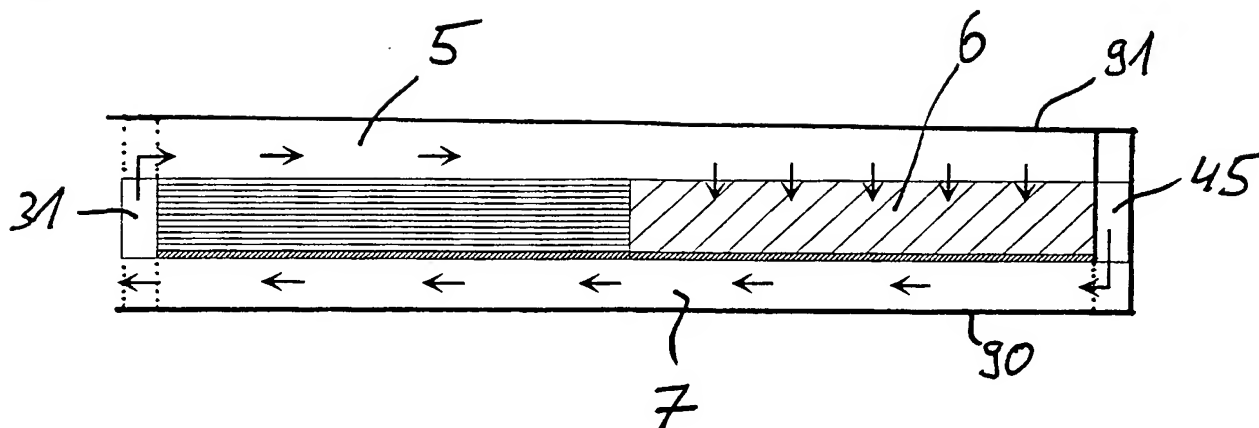




Fig. 10





v

r

r

h

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter Application No

PCT/E 00/08956

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C01B3/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 43 673 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 15 April 1999 (1999-04-15) cited in the application column 1, line 56 -column 5, line 51 ----	1
A	EP 0 861 802 A (ENGINEERING ADVANCEMENT ASS OF ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 2 September 1998 (1998-09-02) cited in the application column 6, line 14 -column 9, line 43 ----	1
A	DE 197 54 012 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 10 June 1999 (1999-06-10) column 2, line 66 -column 4, line 60 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 February 2001

Date of mailing of the international search report

09/02/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clement, J-P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/08956

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19743673 A	15-04-1999	WO 9917867 A	15-04-1999
		EP 0906890 A	07-04-1999
		EP 1019183 A	19-07-2000
		JP 3096741 B	10-10-2000
		JP 11228105 A	24-08-1999
EP 0861802 A	02-09-1998	JP 10236802 A	08-09-1998
		CA 2229948 A	28-08-1998
		US 6159434 A	12-12-2000
DE 19754012 A	10-06-1999	EP 0921584 A	09-06-1999
		JP 11263601 A	28-09-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter Aktenzeichen

PCT/E 00/08956

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C01B3/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C01B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 43 673 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 15. April 1999 (1999-04-15) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 56 -Spalte 5, Zeile 51 ---	1
A	EP 0 861 802 A (ENGINEERING ADVANCEMENT ASS OF ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 2. September 1998 (1998-09-02) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 14 -Spalte 9, Zeile 43 ---	1
A	DE 197 54 012 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 10. Juni 1999 (1999-06-10) Spalte 2, Zeile 66 -Spalte 4, Zeile 60 -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Februar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/02/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Clement, J-P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung: zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08956

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19743673 A	15-04-1999	WO 9917867 A	15-04-1999
		EP 0906890 A	07-04-1999
		EP 1019183 A	19-07-2000
		JP 3096741 B	10-10-2000
		JP 11228105 A	24-08-1999
EP 0861802 A	02-09-1998	JP 10236802 A	08-09-1998
		CA 2229948 A	28-08-1998
		US 6159434 A	12-12-2000
DE 19754012 A	10-06-1999	EP 0921584 A	09-06-1999
		JP 11263601 A	28-09-1999

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESSENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
P032459/W0/1		
Internationales Aktenzeichen	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
PCT/EP 00/08956	14/09/2000	15/09/1999
Anmelder		
XCELLSIS GMBH et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐

Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐

Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 2



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.



A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C01B3/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C01B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 43 673 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 15. April 1999 (1999-04-15) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 56 -Spalte 5, Zeile 51 ---	1
A	EP 0 861 802 A (ENGINEERING ADVANCEMENT ASS OF ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 2. September 1998 (1998-09-02) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 14 -Spalte 9, Zeile 43 ---	1
A	DE 197 54 012 A (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 10. Juni 1999 (1999-06-10) Spalte 2, Zeile 66 -Spalte 4, Zeile 60 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Februar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/02/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Clement, J-P



INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu derselben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08956

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19743673 A	15-04-1999	WO 9917867 A	15-04-1999
		EP 0906890 A	07-04-1999
		EP 1019183 A	19-07-2000
		JP 3096741 B	10-10-2000
		JP 11228105 A	24-08-1999
EP 0861802 A	02-09-1998	JP 10236802 A	08-09-1998
		CA 2229948 A	28-08-1998
		US 6159434 A	12-12-2000
DE 19754012 A	10-06-1999	EP 0921584 A	09-06-1999
		JP 11263601 A	28-09-1999



TRANSLATION OF RELEVANT PORTION OF PCT SEARCH REPORT

EXPLAINING CATEGORIES OF CITED DOCUMENTS

German

<p><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</p> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>* "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>* "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>* "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>* "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>* "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p> <p>* "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>* "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>* "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>* "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
---	---

English

<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</p> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>* "E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>* "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>* "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex</p> <p>* "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>* "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>* "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>* "&" document member of the same patent family</p>
---	--

PATENT COOPERATION TREATY			
Eing.:	02. April 2001		
UT.,	PCT		
z. Erledigung	FTP/E	FTP/P	FTP/S
Frist			

**NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

KOCHER, Klaus-Peter
DaimlerChrysler AG
Intellectual Property Management
FTP - C 106
70546 Stuttgart
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 22 March 2001 (22.03.01)		
Applicant's or agent's file reference P032459/WO/1		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/EP00/08956	International filing date (day/month/year) 14 September 2000 (14.09.00)	
		Priority date (day/month/year) 15 September 1999 (15.09.99)
Applicant XCELLSIS GMBH et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:
US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
EP,JP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on
22 March 2001 (22.03.01) under No. WO 01/19726

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

*Soll nicht
verlei?*

PCT *Ja bitte
ben*

An:	
KOCHER, Klaus-Peter et al. DAIMLERCHRYSLER AG Intellectual Property Management FTP - C106 D-70546 Stuttgart ALLEMAGNE	

FTP			
Eing.: 14. Nov. 2001			
UT.,			
z. Erledigung	FTP/E	FTP/P	FTP/S
Frist	<i>2. 12. 2001</i>		

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS
(Regel 71.1 PCT)

15.11.01

Absendedatum (Tag/Monat/Jahr)	12.11.2001
----------------------------------	------------

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P032459/WO/1

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/08956	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 14/09/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 15/09/1999
--	---	--

Anmelder XCELLSIS GMBH et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde

Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Koutsoftas, P

Tel. +49 89 2399-7273



